Geologischer Führer durch Bosnien und die Hercegovina

Friedrich Katzer

George F. Becker,
Geological Survey,
Washington D.C.,
Ver. St. Amerika's

Geologischer Führer

durch

Bosnien und die Hercegovina.

Geologischer Führer

durch

Bosnien und die Hercegovina.

Herausgegeben anlässlich des

IX. internationalen Geologencongresses

von der

Landesregierung in Sarajevo.

Verfasser: Landesgeologe Dr. **Friedrich Katzer.**

Mit 8 Kartenbeilagen und zahlreichen Abbildungen im Text.

Sarajevo.

Landesdruckerei.

1903.

Inhalt.

Berichtigung: S. 33, Zeile 16 von unten, lies Alveolinen statt Amphisteginen; S. 201, Zeile 3 von unten, Bevernići statt Beverići.

Einleitung.

Die einen Programmpunkt des IX. internationalen Geologencongresses bildende Excursion durch Bosnien und die Hercegovina soll in grossen Zügen einen Einblick in die geologische Beschaffenheit dieser Länder gewähren, zu welchem Zwecke der vorliegende „Führer“ verfasst wurde.

Bei der sehr beträchtlichen Ausdehnung der Reisetour können genauere Begehungen natürlich nur in beschränktem Maasse vorgenommen werden, wozu jene Wegstrecken gewählt wurden, welche theils für die Erkenntniss des geologischen Aufbaues des Gebietes von Wichtigkeit sind, theils charakteristische Züge seiner geologischen Entwicklung zu beobachten gestatten.

Zugleich wird die Excursion quer durch das ganze Land den Theilnehmern Gelegenheit bieten, die landschaftlichen Schönheiten Bosniens und der Hercegovina, die grossen Fortschritte, welche diese Provinzen der österreichisch-ungarischen Verwaltung verdanken und manche Einzelheiten der hier in kaum einem Vierteljahrhundert geleisteten erfolgreichen Culturarbeit aus eigener Anschauung einigermassen kennen zu lernen.

Die Excursion beginnt an der nordöstlichen Landesgrenze in Brčka und führt über die Saveebene und das Majevicagebirge in das salz- und kohlenreiche Gebiet von Dônja-Tuzla, dann entlang des Sprečaflusses in das Bosnathal bei Doboj, von hier bosnaaufwärts über Zenica nach Sarajevo, von wo aus eine Zweigexcursion in den Eisenerzdistrict von

Vareš unternommen wird; ferner von Sarajevo über Lašva und Travnik nach Jajce und Jezero und von dort im Vrbasthale über Dônji-Vakuf nach Bugojno; weiters über Prozor durch das Ramathal nach Jablanica und von dort durch das Narentadéfilé nach Mostar, der Hauptstadt der Hercegovina; sodann über Gabela in das Popovo polje und diesem entlang zur südöstlichen Landesgrenze bei Uskoplje in der Nähe von Gravosa.

Ehe in die nähere Besprechung dieser Excursionstour eingegangen wird, sei zunächst zur allgemeinen Orientirung eine kurze Uebersicht der geologischen Verhältnisse des ganzen Landes vorausgeschickt.

Geologische Uebersicht

von

Bosnien und der Hercegovina.

Der geologische Aufbau Bosniens und der Hercegovina zeichnet sich durch grosse Mannigfaltigkeit aus, da fast alle Schichtensysteme der Erdkruste im Lande vertreten sind und manche davon eine bemerkenswerthe Vollständigkeit der Entwicklung aufweisen.

Archäicum.

Dem Archäicum scheinen die Granite und Granitgneisse am Rande der Saveniederung bei Bosn.-Kobaš am Nordabfall der Motajica planina anzugehören, obwohl ihr Lagerungsverhältniss zu den südlich angelagerten, möglicherweise paläozoischen phyllitischen Schiefern noch nicht hinreichend bekannt ist. Dies ist auch der Grund, weshalb es noch nicht möglich war, das Verhältniss dieser krystallinischen Insel zu den Aufbrüchen des Archäicums in den Nachbarländern (Kroatien, Slavonien und Serbien) festzustellen. Ob etwa ein Theil der glimmerreichen gneissartigen Schiefer zwischen Fojnica, Busovača und Travnik auch dem Archäicum zuzurechnen wäre, lässt sich gegenwärtig kaum vermuthen. Jedenfalls ist die Verbreitung des Archäicums in Bosnien eine geringe[1])

---

[1]) Die von E. Tietze (Grundlinien der Geologie von Bosnien-Hercegovina. Von E. v. Mojsisovics, E. Tietze und A. Bittner, Wien 1880, pag. 114, — weiterhin stets nur einfach als „Grundlinien" citirt —) nur mit Vorbehalt erwähnte Granitinsel bei Gradačac konnte bis jetzt nicht aufgefunden werden, und M. Kišpatić's (Wissenschaftliche Mittheilungen aus Bosnien und der Hercegovina, VII, 1900, pag. 415) Beschreibung eines Granites aus der Gegend von Maglaj bezieht sich auf ein Bachgerölle, welches offenbar desselben Ursprunges ist, wie die in den tertiären Conglomeraten zwischen Maglaj und Zavidović sehr häufigen Granitgerölle, welche jungen, nicht archäischen Granitstöcken im Serpentingebirge entstammen.

und daher auch sein Einfluss auf die Oberflächengestaltung ein untergeordneter.

Der Granit von Kobaš wird in der Savegegend als Bau- und Pflasterstein verwendet.

Paläozoicum.

Aelteres Paläozoicum. — Carbon. — Perm.

Sehr verbreitet ist in Bosnien eine überaus mächtige Schichtenreihe, welche sich zum grössten Theil sowohl nach ihrer Lagerung als nach ihrer Fossilienführung als dem Paläozoicum angehörig erwiesen hat. Da sie nach unten mit metamorphen Schiefern von mehr weniger krystallinischem Gepräge zusammenhängt und mit ihnen eine tektonische Einheit bildet, werden die letzteren ebenfalls als paläozoisch betrachtet. Der tiefste Theil dieser theilweise von Quarziten durchsetzten Schichten könnte möglicherweise dem älteren Paläozoicum (Devon?) angehören; sicher ist jedoch, dass der Hauptumfang der Schichtenreihe das Carbonsystem repräsentirt.

Der somit wesentlich jungpaläozoische Schichtencomplex bildet im ganzen Lande das allgemeine Grundgebirge, welches unter den jüngeren Bedeckungen theils in grossen zusammenhängenden Gebirgsmassen, theils in kleineren isolirten Erstreckungen emportaucht.

Eine solcherweise mehrfach unterbrochene breite Zone des Paläozoicums zieht von der nordwestlichsten Ecke bei Vrnograć quer durch ganz Bosnien bis zur südöstlichen Grenze bei Čajnica. Der Theil von Vrnograć bis Sanskimost und Bronzeni Majdan dürfte aber aus tektonischen Gründen von dem mittelbosnischen paläozoischen Hauptgebirge abgetrennt werden müssen.

An der Ostgrenze des Landes ist zwischen Višegrad und Zvornik eine zweite grosse Entblössung des Paläozoicums aufgeschlossen, die sich jenseits der Drina in Serbien mächtig entfaltet, und an der Nordgrenze Bosniens kommen, anscheinend in der Fortsetzung dieses serbischen Zuges, an-

gelagert an den Granitstock der Motajica planina und weiter westlich im Prozaragebirge am Südrande der Saveebene, noch zwei grosse Inseln der paläozoischen Schichten unter den jüngeren Auflagerungen hervor.

Die tektonischen Verhältnisse dieses, um Srebrenica breitesten Drinazuges des paläozoischen Gebirges und sein Zu-



Abb. 1. Paläozoische Landschaft. Der Hauptkamm des Vratnicagebirges. Die Hochpunkte von links nach rechts sind: Nadkrstac (2112 *m*), Krstac (2070 *m*), Ločike (2107 *m*), Treskavica (2024 *m*) und Golet (1968 *m*). — Der Gipfel des Nadkrstac besteht aus Quarzporphyr, Krstac aus Phyllit und Kalk, Treskavica aus Phyllit, Ločike und Golet, sowie der Vordergrund des Bildes aus Kalkstein.

sammenhang mit dem alten Schiefergebirge Südwestserbiens sind dermalen noch nicht genügend bekannt; bezüglich des mittelbosnischen Hauptzuges ist es jedoch sicher, dass er eine mächtige Aufwölbung bildet, die sich vom mittleren, am höchsten emporgehobenen und demzufolge auch am längsten von jüngeren Auflagerungen entblössten und am ausgiebigsten ab-

getragenen Theile nach Nordwesten sowohl als nach Südosten herabsenkt. Während daher der mittlere Theil des Zuges von carbonischen (oder noch älteren) Schichten aufgebaut wird, herrschen gegen die beiden Enden der langgestreckten Aufwölbung die jüngeren permischen Schichtenglieder vor. Im grossen Ganzen, von localen Störungen abgesehen, nehmen also die ältesten paläozoischen Schichten den Kern der Aufwölbung ein, und die jüngeren lagern sich nach aussenhin mantelförmig daran an.

Die beiden Enden im Nordwesten sowohl als im Südosten sind in eine Anzahl Inseln mit stark zerfransten Umrissen aufgelöst, die durch dazwischen eingesenkte jüngere Schollen von einander geschieden werden. In der Mitte jedoch thürmt sich das Paläozoicum, weithin offen liegend, zu einem gewaltigen Gebirge auf. Dieses letztere, dessen einzelne Hochpunkte in der Vratnica planina 2100 *m* Seehöhe überschreiten, erstreckt sich in der Länge von Jajce im Nordwesten bis Kreševo im Südosten und in der Breite von Busovača im Nordosten bis Gornji-Vakuf und Bugojno im Südosten. An diese grosse zusammenhängende Erstreckung schliessen sich isolirte Partien an, und zwar im Nordwesten jene von Jezero-Sinjako und von Ključ; im Südosten jene von Foča, Trnovo und Goražda, von wo das paläozoische Gebirge östlich an Čajnica vorbei über die Landesgrenze fortstreicht. Hier überall hält sich seine Seehöhe zumeist sehr beträchtlich unter 1500 *m*. In der Gegend von Stari Majdan—Bosn.-Novi sinkt sie unter 600 *m* herab, und im Radočberge bei Vrnograć erhebt sie sich nur wenig darüber.

Die Schichtenfolge innerhalb des paläozoischen Gebirges ist überall ziemlich dieselbe und entspricht dem folgenden Schema:

Zu unterst quarz- und glimmerreiche, gneiss- oder glimmerschieferartige, zum Theil ziemlich grobbankige und schlecht spaltbare wulstige Schiefer mit Einlagerungen von Quarziten. Sie sind hauptsächlich in der Gegend von Busovača und Fojnica verbreitet.

Darüber Phyllite von verschiedener Beschaffenheit, zum Theil ebenfalls mit Einschaltungen von quarzitischen Sandsteinen. Sie herrschen in der Vratnica planina und im östlichen Drinagebiet.

Darüber röthlich graue bis schwarze, glimmerige schieferige Sandsteine und sandige Schiefer, durchschossen theilweise von sehr feinkörnigen, dünn spaltbaren, schwarzen Thonschiefern. Sehr verbreitet im Gebiete von Ljubija bei Prijedor und Stari Majdan bei Sanskimost, sowie im Gebiete von Prača und Foča. In dieser Stufe hauptsächlich treten mächtige Eisenerzlagerstätten auf. Sie pflegen mit Kalksteinen im Verbande zu stehen, welche zum Theil auch schon in den älteren Stufen eingeschaltet sind, vorwiegend aber erst als jüngstes Glied weite Verbreitung erlangen.

Diese Schichtenreihe gehört dem Carbon an. Die weiter aufwärts folgenden Kalksteine greifen jedenfalls schon in das Perm hinüber. Es sind weisse oder graue krystallinische Kalksteine und Dolomite, local mit zahlreichen Crinoidenstielen und Spuren von Korallen. Am mächtigsten sind sie entwickelt bei Jezero-Sinjako und in den Vorbergen der Vratnica planina bei Gornji-Vakuf, ferner bei Stara Rieka, Prača u. s. w.

Im Uebrigen besteht das Perm aus schwarzen, dünn spaltbaren, sowie aus glimmerreichen, hell grüngrauen, kalkigthonigen Schiefern; — aus mehr weniger rothen, glimmerigen, oft schieferigen Sandsteinen und Conglomeraten, die zumeist quarzreich, sonst aber von veränderlicher Beschaffenheit sind; — aus grauen bis schwarzen Kalksteinen und gelben Dolomiten, die sehr häufig einerseits in Zellenkalke, anderseits in Rauhwacken übergehen. Untergeordnet sind namentlich in den ersterwähnten Schiefern und Sandsteinen Einlagerungen von Gyps und Anhydrit.

Die Permablagerungen sind, wie erwähnt, hauptsächlich an den beiden Enden der mittelbosnischen Zone des Paläozoicums und rund um dieselbe verbreitet, also insbesondere in Nordwestbosnien in der Gegend von Bosn.-Novi, Prijedor, Sanskimost und in Südostbosnien im Gebiete von Goražda

und Čajnica; ferner am Südwestrande der Haupterstreckung um Sinjako, Jezero, Dônji- und Gornji-Vakuf bis ins Neretvicagebiet und auf der Nordostseite zwischen Jajce und Travnik und in der Gegend von Kreševo.

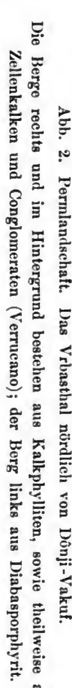


Abb. 2. Permlandschaft. Das Vrbasthal nördlich von Dônji-Vakuf. Die Berge rechts und im Hintergrund bestehen aus Kalkphylliten, sowie theilweise aus Zellenkalken und Conglomeraten (Verrucano); der Berg links aus Diabasporphyrit.

Wichtig sind die im Paläozoicum, und zwar vornehmlich im Bereiche des Perm aufsetzenden Eruptivmassen. Es sind zunächst Quarzporphyre, welche in der Vratnica planina ausgedehnte deckenförmige Ergüsse bilden und bei Jezero aus-

gezeichnet gebankt sind. Es sind ferner Quarzdiorite und verwandte Gesteine, auch Diabasporphyrite und seltener Melaphyre, deren Eruptionszeit jedoch nicht in das Paläozoicum selbst, sondern in das Mesozoicum fällt. Die letzteren Massengesteine sind in mächtigen Stöcken, die aber in den Terrainformen nur wenig hervortreten — jedenfalls weniger als die ihnen stellenweise angelagerten Kalke — namentlich im Gebiete von Sinjako, Jezero, Jajce, Dônji-Vakuf, Bugojno, Prozor und dann wieder einerseits bei Bosn.-Novi und anderseits in der Gegend von Čajnica entwickelt. Das Verhältniss des als Quarzpropylit beschriebenen Eruptivgesteines von Srebrenica zu den dortigen paläozoischen Schiefern ist noch nicht sichergestellt. Alle diese Eruptivmassen sind im geologischen Aufbau des Landes eine höchst bemerkenswerthe Erscheinung.

In landschaftlicher Beziehung ist das paläozoische Gebirge Bosniens überall durch breitgewölbte Rücken und abgerundete kuppenähnliche Bergformen ausgezeichnet; nur wo Kalksteine mächtig entfaltet sind, wie auf der Westseite der Vratnica planina, bei Jezero, Stara Rijeka, Prača, machen sich steile Abstürze, Klippen und Zacken bemerkbar. Trotz der im Ganzen ruhigen Gebirgsumrisse gehören die paläozoischen Gebiete zu den landschaftlich schönsten des Landes, denn sie sind bis fast zu den höchsten Gipfeln hinauf überkleidet von grünen Matten, tragen in den tieferen Lagen ausgedehnte Waldungen, und zwar in Mittel- und Südbosnien vorherrschend Nadelwald, in Westbosnien Laubwald, darunter auch einige zusammenhängende Bestände von Walnuss und Edelkastanie (Neretvicagebiet) und sind gut bewässert.

Die Hochmatten, namentlich beiderseits des Hauptkammes der Vratnica planina und auf der Bitovnja planina, dienen im Sommer in ausgedehntem Maasse der Sennwirthschaft. Der gemengte Schutt- und eluviale Grundboden der ebeneren Landstrecken und der Thalflächen des Paläozoicums ist je nach dem Ursprung von wechselnder Ertragsfähigkeit. Die phyllitischen Schiefer geben zumeist einen schweren und kühlen, die Kalke einen spärlichen, aber guten, die vorwiegend permischen

Sandsteinschiefer und Sandsteine einen tiefen leichteren Boden, welchem Kalk- und Duxdüngung sehr zugute kommt.

An nutzbaren Lagerstätten ist das paläozoische Gebirge Bosniens so reich, dass die von E. v. Mojsisovics eingeführte Benennung des Hauptheiles desselben als „Bosnisches Erzgebirge“ in der That zutreffend ist. Der grossartigen Eisenerzlagerstätten in der Gegend von Prijedor, Ljubija, Stari Majdan, Sanskimost, an welche sich jene von Bosn.-Novi und Bronzeni Majdan anschliessen, ist oben schon gedacht worden. Auch im mittelbosnischen Paläozoicum sind mächtige Eisenerzlager in der Gegend von Busovača, Fojnica, Dusina u. a. bekannt. Die meisten dieser Vorkommen sind schon in uralten Zeiten zur Eisenerzeugung ausgebeutet worden, und einige wurden neuestens wieder beschürft, jedoch sind sie vorläufig noch nicht in Abbau genommen worden.

Von sonstigen Erzen weisen namentlich Fahlerze weite Verbreitung auf; sie werden gegenwärtig bei Gornji-Vakuf in Maškara, wo sie sehr quecksilberreich sind, ferner bei Budišna Ravan und Koto im Konjicaer Bezirke abgebaut, während die Gruben von Kreševo und Fojnica eingestellt sind. In der Nähe der letzteren Stadt besteht bei Bakovići ein lebhafter Bergbau auf goldhältige Schwefelkiese, welche auch in der Gegend von Travnik, Prozor und Ključ bemerkenswerthe Lagerstätten bilden. Kupferkies wird am Sinjakoberge bei Varcar-Vakuf gewonnen; die Kupferhütte Majdan im Jošavkathale verarbeitet theilweise auch die in Maškara erzeugten Leche. Der ehemalige Antimonbergbau bei Čemernica (nordwestlich von Fojnica) ist ausser Betrieb gesetzt, ebenso wie die Gruben auf silberhältige Zinkblende und Bleiglanze östlich von Fojnica und jene von Srebrenica an der serbischen Grenze, welche in diesem Zusammenhang zu nennen sind. Aehnliche Vorkommen finden sich ferner auch bei Prača. Arsenerze werden zur Zeit nur für locale Zwecke bei Kreševo (Hrmza) gewonnen; die Zinnobererzeugung der dortigen Gegend hat ganz aufgehört. Für die Beurtheilung aller dieser und mancher anderer Erzlagerstätten ist der Umstand von Wichtigkeit, dass

bei ihrer Untersuchung bis jetzt fast nirgends unter die Thalsohle herabgegangen wurde. Die weitverbreiteten Goldseifen Mittelbosniens, welche eine höchst rege Goldgewinnung durch Wascharbeit in früheren Jahrhunderten beweisen, entstammen durchwegs dem paläozoischen Gebirge. Berggold findet sich local an Quarzgänge gebunden. Erst neuestens wurde die Beschürfung solcher Gänge bei Travnik wieder eingeleitet. Spuren von Freigold finden sich auch in den permischen Sedimentgesteinen.

Von nutzbaren Gesteinsarten des Paläozoicums seien erwähnt: Marmore, und zwar körnige weisse oder grau geaderte in der Gegend von Dônji- und Gornji-Vakuf und blaugraue bis schwärzliche, gewissen Abarten von Mons (Belgien) ähnliche, dichte Crinoidenmarmore im Gebiete von St. Majdan und Prača; Dolomit bei Gornji-Vakuf; Quarzgesteine, verwendbar für die Fabrication von Glas, Porzellan, feuerfesten Materialien, als Zuschlagsquarz u. dergl. in mächtigen Lagern in der Gegend von Goražda und Čajnica, in Gängen und zumeist sehr rein namentlich bei Čajnica, Busovača, Gornji-Vakuf und Sinjako; Schwerspath in bedeutenden Mengen auf den Erzgängen, namentlich jenen mit Fahlerz der Gegend von Kreševo und Gornji-Vakuf; Gyps und Anhydrit bei Gornji-Vakuf (Bistrica), Dônji-Vakuf (Elezovac), zwischen Jajce und Jezero, bei Ključ u. s. w.; Conglomerate und Sandsteine der Grödener Schichten, die vorzügliche Werksteine abgeben, bei Travnik, Prača und vielen anderen Orten; grossbrüchige Schiefer, welche zu Steinplatten und als Baustein verwendet werden; endlich auch die im Paläozoicum aufsetzenden Eruptivgesteine, von welchen insbesondere die Quarzporphyre, soweit sie sich in grossen Blöcken gewinnen lassen, wie in der Vratnica planina, einen überaus zähen wetterbeständigen und polirfähigen Monumentstein abgeben würden, der allerdings schwerer zu bearbeiten wäre als die zum Theil ebenfalls zu Monument- und Ornamentzwecken geeigneten Quarzdiorite. Als Strassenmaterial sind alle Eruptivgesteine vorzüglich verwendbar.

Mesozoicum.

Trias.

Ueber dem Paläozoicum folgen die Ablagerungen der mesozoischen Formationsgruppe, und zwar zunächst die Trias, welche sowohl in der Hercegovina als namentlich in Bosnien eine sehr grosse Verbreitung besitzt.

Die mächtigen Kalkmassen dieser Formation sind es, welche ganz wesentlich den Hochgebirgscharakter Mittelbosniens bedingen. Die Bjelašnica (2067 *m*), die Treskavica und Lelija (2032 *m*) zur Gänze, die Prenj (2102 *m*), Čvrstnica (2228 *m*), Vraća (2074 *m*) und Vran planina zum Theil bestehen daraus ebenso wie der Hauptantheil der in zahlreiche Erosionsblöcke, die in der Volksorographie als eben so viele einzelne Gebirge (Planina) gelten, zersägten Kalkhochfläche Mittel- und Südostbosniens. Alle die felsigen Kalkberge, welche Sarajevo im Norden, Osten und Süden einschliessen, insbesondere der hohe Trebević (1629 *m*) mit seinen Vorbergen; die weiter entfernten Zvjezda, Ozren, Ravna und Romanija planina, die Igman und Ormanj planina und viele andere gehören der Trias an. Desgleichen der Grosstheil des Kalkgebirges, welches aus der Narentagegend über Prozor, Kupreš, Varcar-Vakuf, Petrovac, Sanskimost an die nordwestliche Landesgrenze zieht.

Das unterste Glied dieses Systems, die Werfener Schichten, bilden überall, wo sie, wie z. B. in der Gegend von Prijedor und Čajnica, mit permischen Sandsteinen (Grödener Schichten) im Verbande stehen, mit diesen zusammen eine tektonische Einheit. Sie sind mit ihnen durch allmälige petrographische Uebergänge so enge verknüpft, dass sie, nur von diesem Standpunkte aus betrachtet, eigentlich noch zum Paläozoicum einbezogen werden müssten. Auch dort, wo das oberste Perm nicht in der Form von Sandsteinen, sondern als glimmerig-kalkige Schiefer oder glimmerreiche Kalkphyllite entwickelt ist, wie im Gebiete von Jajce und Dônji-Vakuf, ist der Zusammenhang ebenfalls ein so inniger, dass die Grenze zwischen beiden nicht scharf gezogen werden kann und jeden-

falls viel weniger ausgeprägt ist als zwischen den Werfener Schichten und den Triaskalken. Nur dort, wo das Perm nach oben mit Kalken abschliesst, wie theilweise in der Ramagegend, bei Gornji-Vakuf u. a., ist die Grenze den Werfener Schichten



Abb. 3. Triaslandschaft südlich von Jablanica an der Narenta mit Ausblick auf die Prenj planina. Der Mittelgrund besteht aus Werfener Schiefern, die steilen Felsmassen darüber aus Kalken und Dolomiten der Trias, die Gipfelpartien des Prenj zum Theil aus Jurakalken (Tithon). Im Vordergrund rechts diluviale Nagelfluh.

gegenüber eine deutliche, zumal wenn diese, wie es ja vorwiegend der Fall ist, aus den typischen rothen oder grünen, sandig-glimmerigen Schiefern und Sandsteinen bestehen. Auch dunkelgraue plattige Kalke und Kalkschiefer sind namentlich

im Westen des Landes verbreitet, und bemerkenswerth ist endlich die Entwicklung in der Form von mächtigen, zum Theil quarzitischen Sandsteinen, welche im Norden und Osten von Sarajevo häufig angetroffen werden, ohne dass es bis jetzt gelang, ihre Zugehörigkeit zum Buntsandstein über jeden Zweifel zu sichern.

Als tiefstes Glied treten die Werfener Schichten im Verbreitungsgebiete der Trias gewöhnlich nur in den Thaleinschnitten und tieferen Gehängen zu Tage, wofür unter Anderem die nähere Umgebung von Sarajevo zahlreiche Beispiele liefert. Nur an Störungen und in Aufbrüchen gelangen sie ausnahmsweise auch in hohe Lagen der Kalkgebirge. Dagegen, wo sie als Auflagerung des Perm mit diesem zusammen aufgefaltet wurden, wie z. B. in der Bitovnja planina oder in der Gegend von Čajnica, nehmen sie oft die höchsten Gipfel ein. Ihre Oberflächenerstreckung ist indessen nirgends besonders ausgedehnt, am grössten noch dort, wo sie sich an paläozoische Gebirgskerne anlagern, wie in der Gegend von Bosn.-Novi—Prijedor, ferner entlang des Südwestrandes der Vratnica planina und des sich an sie anschliessenden Schiefergebirges, besonders in der weiteren Umgebung von Prozor und im unteren Ramagebiete; dann an der Narenta in der Umgebung von Jablanica u. s. w.

Als wasserstauender Horizont, über welchem die durch die auflagernden Kalksteine einsickernden oder darin in Hohlräumen angesammelten Niederschlagswässer als Quellen hervorbrechen, besitzen die Werfener Schichten Bedeutung, und die Wasserversorgung von Sarajevo beruht z. B. auf dieser ihrer Wirksamkeit.

In der tiefsten Abtheilung kommen Butzen und Nester von Gyps und Salzen vor, in der oberen Abtheilung treten bei Ustiprača Kupfererze, bei Čevljanović Zinnober, an mehreren Orten (Konjica, Jablanica etc.) Manganerze auf; sonst aber sind die Schichten arm an nutzbaren Lagerstätten.

Bei flacher Lagerung pflegen die Schiefer einen ziemlich guten Boden zu ergeben. Mit steiler Schichtenstellung ge-

paarte schroffe Abstürze sind dagegen häufig schüttig und steril, namentlich wenn die Schiefer glimmerreich und quarzig sind.

Die mächtigen Kalkablagerungen der Trias, welche die Werfener Schichten bedecken, haben bis jetzt erst an wenigen Punkten Anhalte zu einer genaueren Gliederung geboten. Es ist dies insbesondere der Fall im Gebiete von Čevljanović, wo sich mehrere Kalkhorizonte reich an Fossilien erwiesen haben [1]), die theils von A. Bittner, theils von E. Kittl zur Bearbeitung übernommen wurden. Dem ersteren, der Wissenschaft allzu früh entrissenen Forscher verdanken wir den faunistischen Nachweis des Vorhandenseins aller drei mittleren Hauptabtheilungen der alpinen Trias, nämlich des Muschelkalkes, der karnischen und der norischen Stufe [2]). Unter theilweiser Zuhilfenahme der petrographischen Gesteinsverschiedenheiten vermögen wir jedoch diese Abtheilungen noch weiter zu gliedern, so dass gegenwärtig in der Trias von Čevljanović unterschieden werden können:

Oben:

Norische Stufe (Kalke von Dragoradi),
Karnische Stufe (Kalke von Gajine),
Ladinische Stufe: { Esinokalk, Wengener Schichten mit Eruptivtuffen und Sandsteinen,
Alpiner Muschelkalk: { Cephalopodenkalk, Brachiopodenkalk,
Buntsandstein: Werfener Schichten (Schiefer, Sandsteine, Kalke).

Unten.

Es ist damit eine wichtige Grundlage für die vergleichsweise Gliederung der Trias auch in anderen Gegenden gewonnen.

[1]) An den Aufsammlungen haben sich in dankenswerthester Weise Herr Betriebsleiter J. Csisko und Aufseher F. Sedláček betheiligt.

[2]) Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt, 1901, pag. 284.



Abb. 4. Triaslandschaft bei Sarajevo. Blick nach Osten gegen die Miljačkaschlucht.
Die Berge im Hintergrunde bestehen aus Kalken und Dolomiten verschiedener Triasstufen.

In ähnlicher Weise kann auch die genauere Gliederung der Trias in der Umgebung von Sarajevo durchgeführt werden. Der Muschelkalk, welcher bei Čevljanović cephalopodenarm ist, erwies sich bei Sarajevo ausserordentlich reich an Cephalopoden, namentlich östlich von der Stadt auf dem berühmten Han Bulog-Fundorte in der Strassenserpentine beim Han Vidovice und jenseits des Miljačkaeinrisses bei Haliluci [1]), sowie im Željeznicathale unweit oberhalb des Dorfes Krupac. Im Miljačka- und Trebevićgebiete ist übrigens auch die Brachiopodenfauna nicht arm. Für die Gliederung der oberen Triaskalkstufen bieten die Halobienbänke einen guten Anhalt, z. B. am Castellberge von Sarajevo, am Dragulac und insbesondere beim Han Toplica (hier auch Ammoniten führend).

Interessant ist die Entwicklung bei Olovo. Hier werden die (nach einer vorläufigen Bestimmung A. Bittner's) anscheinend der karnischen Stufe angehörigen, ziemlich fossilienreichen, hellen Kalke, aus welchen die Thermen von Olovo entspringen, von einer mächtigen Gesteinsreihe unterlagert, bestehend aus Tuffiten, Tuffsandsteinen, Jaspisen u. dergl., welche mit diabasischen und melaphyrischen Eruptivgesteinen und Serpentin im Verbande stehen. Diese Gesteine, welche man als ausschliesslich der Kreide und dem Tertiär angehörig zu betrachten gewohnt war [2]), bilden hier ein Glied der Trias. Sie werden von Kalksteinen der Muschelkalkserie unterlagert und entsprechen somit annähernd den Wengener Schichten. Diese Entwicklung der Trias kehrt in Bosnien auch an anderen Orten wieder. Mächtige Melaphyrdurchbrüche in der Trias befinden sich insbesondere in der Gegend von Kupreš und Prusac im Westen von Bugojno und im Pračagebiete.

Bemerkenswerth, weil für die richtige Auffassung des geologischen Aufbaues dieses Landestheiles von Bedeutung, sind

---

[1]) Vergl. Fr. v. Hauer, Cephalopoden des bosnischen Muschelkalkes von Han Bulog bei Sarajevo. Denkschriften der Akademie der Wissenschaften, Wien 1887. — Beiträge zur Kenntniss der Cephalopoden aus der Trias von Bosnien, I, ibidem 1892. II, ibidem 1896.

[2]) Vergl. E. Tietze, Grundlinien etc., pag. 163.

die Aufbrüche der Trias unter der Kreidedecke in Westbosnien an der dalmatinischen Grenze. Im Gebiete von Livno, wo man sie am längsten kennt, führen sie bei Grahovo nordwestlich von Glamoč Ammoniten und Halobien; näher bei Glamoč sind sie ebenfalls cephalopodenführend und werden durch tiefere und höhere Horizonte vertreten [1]). Besonders wichtig ist diesbezüglich aber die bei Trebinje in der Hercegovina aufgeschlossene strandnahe kohlenführende Ausbildung der mittleren und oberen Trias, welche in Auffaltungen in einem Zuge von der montenegrinischen Grenze über Lastva [2]) und zwischen Trebinje und Bilek hindurch nach Nordwesten streicht, überall im engsten Zusammenhange mit den Kreidekalken dieser Gegend. G. v. Bukowski gliedert die bei Lastva zu Tage kommenden Triasbildungen von unten nach aufwärts wie folgt:

1. Dunkle Bänderkalke der mittleren Trias.
2. Mergel mit *Posidonomya* cf. *Wengensis* Wissm.
3. Raibler Schichten, nämlich: Stinkkalke; theils marine, theils lacustre dunkle Kalke und Stinkmergel mit Megalodonten, *Cuspidaria gladius* Laube, *Unio,* marinen und Süsswasser-Gastropoden, sowie Kohlenflötzchen.
4. Dolomit im Wechsel mit gastropodenführenden Kalken und bunten Mergeln und Mergelthonen.
5. Hauptdolomit (mächtig entwickelt).

---

[1]) Th. Fuchs, Einsendungen von Petrefacten aus Bosnien. Annalen des Naturhistorischen Hofmuseums, 1890, V, Not. pag. 84, spec. E. Kittl, ibidem pag. 19. — E. Kittl, Anzeig. der k. Akademie der Wissenschaften, Wien 1899, Nr. III, pag. 15. — Es ist sehr zu bedauern, dass von den Ergebnissen der theils schon auf zehn und mehr Jahre zurückreichenden Studienreisen einiger namhafter Geologen nach Bosnien bis jetzt so wenig bekannt gemacht wurde. Wir mussten demzufolge mit unseren Aufnahmen auch in Gegenden, die vor uns vielleicht schon intensiv begangen worden waren, doch wieder ganz selbstständig von vorne anfangen. — Mit grösster Anerkennung sei bei diesem Anlasse neuerdings des grundlegenden Werkes von E. v. Mojsisovics, E. Tietze und A. Bittner (Grundlinien etc., l. c., 1880) gedacht.

[2]) Vergl. A. Bittner, Verhandl. der k. k. geolog. Reichsanst., 1900, pag. 145. — G. v. Bukowski, Beitrag zur Geologie der Landschaften Korjenići und Klobuk in der Hercegovina. Jahrbuch derselben Anstalt, 1901, Bd. 51.

Hier bei Lastva liefern die brockig-schüttigen aufgelösten Dolomite den Boden der ausgedehnten Weingärten, welche dort seit uralten Zeiten bestehen und den Anlass zur Gründung einer landesärarischen Obst- und Weinbaustation geboten haben, welche als ein Segen für die Gegend empfunden wird.

Fruchtbarkeit ist den Triaskalkböden, wenn sie genügend tief sind, nicht abzusprechen. Die mit Zersetzungserde vermengten Schuttmassen, welche sich oft entlang der Kalkwände hinziehen, und die Erdanhäufungen in Furchen und Mulden der Triasplateaux pflegen sich durch oasenartig üppigen Pflanzenwuchs auszuzeichnen. Kahl ist nur das Hochgebirge und im Mittelgebirge hauptsächlich einige Partien der meernahen Triasgebiete an der kroatischen Grenze, sowie allgemein die steilen Wände; sonst aber bieten die Triaskalkgebirge Bosniens recht eigentlich den Typus des bedeckten Karstes dar, mit zwar durch die bekannten morphologischen Aeusserungen der unterirdischen Wassercirculation und Erosion zerwühlter Oberfläche, deren rauhes Aussehen jedoch durch herrliche Waldbestände verhüllt wird. Der Haupttheil der berühmten Urwälder Bosniens, besonders im Centrum und Südosten des Landes, dehnt sich im Bereiche der Trias aus.

An nutzbaren Mineralen sind die Kalke der Trias ebenfalls nicht arm, ja, einige der wichtigsten Erzlagerstätten des Landes, wie die gewaltigen Eisenerzlager von Vareš, die reichen Manganerzvorkommen von Čevljanović, die bedeutenden Bleierzgänge von Olovo (Prgoševo) und andere gehören der Trias an. Die Kalke selbst werden zu Bau-, Pflaster- und Beschotterungszwecken in ausgedehntem Maasse, beispielsweise in Sarajevo fast ausschliesslich verwendet, zu speciellen Verwerthungen der marmorartigen Kalksteine, der reichlich vorhandenen Dolomite u. dergl. sind aber kaum die ersten Anläufe genommen.

Jura.

Ueber Verbreitung und Entwicklung des Jura in Bosnien und der Hercegovina wissen wir heute von allen Schichten-



Abb. 5. Jurakalkfelsen in der Vrbasschlucht nördlich von Jajce.

systemen noch am wenigsten. Es ist zwar bei der geologischen Uebersichtskartirung im Jahre 1879 [1]) auf weiten Erstreckungen im westlichen Theile des Landes entlang der kroatisch-dalmatinischen Grenze, dann in einem durchbrochenen Zuge über den Prenj bis zum Volujak an der montenegrinischen Grenze Jura ausgeschieden worden; ein grosser Theil dieser Einzeichnungen beruht jedoch auf Annahmen und harrt vorläufig noch der Bestätigung. Dass eine solche in vielen Fällen wird erbracht werden, ist nicht zu bezweifeln. So hat J. Cvijić [2]) in den Gipfelkalken des Kantar und Površje der Prenj planina Ellipsactinien gefunden, wonach diese Kalke, der herrschenden Auffassung gemäss, dem obersten Jura (Tithon) angehören würden. Allerdings hat z. B. Paul Oppenheim immer den Standpunkt vertreten, dass Ellipsactinien auch in die tiefste Kreide hinübergehen dürften. Da jedoch in anderen Theilen des Landes thatsächlich Tithon transgredirend auf Trias liegt, ist es sehr wahrscheinlich, dass auch im Prenjgebirge Jura vertreten ist.

In der Vran und Čvrstnica planina treten noch tief unten theils oolithische, theils eigenthümlich fleckige Kalksteine mit zahlreichen Pentacrinus-Stielgliedern auf, die wohl dem Lias angehören dürften. Auch die zwischen Jajce und Banjaluka und im Vrbanjagebiete entwickelte Juraerstreckung, in welcher E. v. Mojsisovics Aptychenkalke von Jurakalken im Allgemeinen unterschieden hat, ist im Ganzen zutreffend aufgefasst worden.

Von Vareš hat A. Bittner zweier Ammoniten erwähnt, die auf eine tiefe Stufe des unteren Lias hinweisen. Leider ist der Fundort derselben nicht gesichert [3]). Ammonitenreicher

---

[1]) Vergl. Grundlinien etc., Text und Karte.

[2]) Abhandl. der k. k. geograph. Gesellsch., Wien 1900, II. Bd., Nr. 6, pag. 34.

[3]) Schon in meiner Abhandlung über das Eisenerzgebiet von Vareš (Berg- und hüttenmännisches Jahrbuch, 48. Bd., 1900) habe ich bemerkt, dass der Herkunftsangabe Bittner's (Verhandl. der k. k. geolog. Reichsanst., 1885, pag. 141) an der Strasse von Vareš nach Duboštica nur zwei Stellen

höherer Lias ist jedoch aus der Hercegovina von Gacko seit Langem bekannt[1]) und ist in neuester Zeit auch an einigen anderen Punkten gefunden worden. Dogger scheint, wie in den Alpen, nur schwach entwickelt zu sein, wogegen jüngster Jura in Bosnien sehr beträchtliche Verbreitung besitzt. Man kennt fossilienführende Malmbildungen (Tithon) heute schon aus dem Gebirge zwischen Sanskimost und Petrovac, aus dem Krivaja- und Krivačagebiete, sowie aus der Majevica, das heisst aus West-, Mittel- und Ostbosnien, womit die Annahme Neumayr's, dass zur Jurazeit der nordwestliche Theil der Balkanhalbinsel Festland gewesen sei, allerdings nicht vereinbar ist.

Soweit der Jura nicht in selbstständiger Weise Antheil nimmt am Aufbau der Gebirge, wie z. B. im Čvrstnicagebiete, oder zwischen Jajce und Banjaluka, oder an der Krivača östlich von Olovo, tritt er orographisch wenig hervor. Die gelben und rothen Kalksteine des Jura sind für architektonische Zwecke vortrefflich geeignet; im Uebrigen ist für specielle praktische Anwendungen die Kenntniss seiner Gesteine noch zu mangelhaft.

Kreide.

Ueber die Verbreitung und Beschaffenheit der Ablagerungen des Kreidesystemes in Bosnien und der Hercegovina wurden in letzter Zeit einige wichtige Fortschritte erzielt.

Nach den bisherigen Anschauungen wurde der mit Serpentin und sonstigen Massengesteinen im Verbande stehende sogenannte Flysch des nördlichen Bosnien der Hauptsache

---

entsprechen können, wo ich jedoch keine Fossilien fand. Neuerlich wiederholte Nachforschungen lassen den angegebenen Fundort als zweifelhaft erscheinen, so dass die fraglichen Ammoniten wahrscheinlich von einem anderen Punkte in der Umgebung von Vareš stammen dürften. Erst jüngst gelang es, in den Mergelschiefern zwischen Kralupi und Vareš Ammoniten aufzufinden, deren Bestimmung es ermöglichen dürfte, das bis nun ungewisse Alter dieser Schichten endgiltig festzustellen.

[1]) Vergl. F. Wähner, Annal. d. naturhist. Hofmus., V, 1890, Not. pag. 89 und VII, 1892, Not. pag. 123.

nach zur oberen Kreide einbezogen und als heteropische Bildung den Rudistenkalken Westbosniens und der Hercegovina gegenüber gestellt. Nun hat sich aber ergeben, einerseits, dass sich unter der Flyschbezeichnung der bisherigen Darstellungen sehr Verschiedenes verbirgt, und anderseits, dass die Erstreckung der Kreidekalke in der Hercegovina keine so ununterbrochene ist, wie man angenommen hatte. Hier wie dort spielen insbesondere Eocänablagerungen eine grosse Rolle; aber auch ältere, namentlich Jura- und Triasbildungen, durchbrechen den Zusammenhang der Kreide in bedeutsamer Weise. Trotzdem gehört, falls sich nach Ausscheidung der älteren (Trias, Jura) und jüngeren (Eocän) Bildungen wenigstens die Altersdeutung des Restes der ausgedehnten, mit Eruptivmassen verknüpften Kalk-, Mergel-, Sandstein-, Tuffit- und Jaspisschichten (sogenannter älterer Flysch) Nordbosniens und des Ursprungsgebietes der Narenta als cretacisch bestätigt, die Kreide nicht nur in der Hercegovina, sondern auch in Bosnien zu den verbreitetsten Schichtensystemen, um so mehr, als die neuesten Forschungen zur Entdeckung von Kreideablagerungen in einem Gebiete geführt haben, wo deren Vorkommen überraschte.

In der Gegend südlich von Vlasenica und Kladanj, vom Kraljevo polje nach Westnordwest und Ostsüdost, streicht ein fossilenreicher Kreidezug, welcher am Gebirgsaufbau dieses Gebietes in beträchtlichem Maasse Antheil nimmt und anscheinend mehrere Stufen der Kreide umfasst. Bänke mit Actäonellen, Nerineen, Caprinideen u. a. Bivalven, Korallen u. s. w., ferner der wechselnde, zum Theil grobklastische Gesteinshabitus, sowie einzelne Kohlenflötz-Einschaltungen lassen das höchst interessante Vorkommen als eine Strand- und Seichtwasserbildung erscheinen. Dieser Kreidezug, welcher das bisherige geologische Kartenbild des mittleren Theiles Ostbosniens in bemerkenswerther Weise verändert, fällt in die Fortsetzung des mächtig entwickelten Kreidegebirges von Užice in Serbien und bietet auch für die kleinen Kreideinseln von Višegrad im serbischen Grenzgebiete einen Anschluss an Bosnien. Er liegt auf dem jüngsten Jura (Tithon) und mit diesem transgredirend auf der

Trias der Romanija planina und schliesst sich im Krivajagebiete an Serpentine, Gabbros, Diabase und Tuffite an, welche hier sicher älter als cretacisch sind und mindestens dem Jura angehören. An der Krivača beherrschen die Kalkstufen der Kreide und des Tithon durch ihre steilen Abstürze und Felsbildungen die gesammte orographische Gestaltung dieser durch pittoreske Landschaftspartien hervorragenden waldreichen Gegend.

Wenn nun auch in diesem Theile Bosniens die Serpentine und sonstigen Eruptivgesteine mit den zu ihnen gehörigen Tuffen u. dergl. zum Theil sicher nicht cretacisch sind, so muss man die petrographisch gleichen Gesteine Nordbosniens doch so lange zur Kreide zählen, als für die mit ihnen engstens verknüpften Sedimente des sogenannten älteren Flysch ein anderes Alter nicht erwiesen wird. Leider haben diese Schichtgesteine bisher keine entscheidenden Petrefacten geliefert; aber es muss bemerkt werden, dass die wenigen, namentlich in den Mergeln und Sandsteinschiefern gefundenen Reste, insbesondere Fucoiden etc., wirklich auf Kreide zu deuten scheinen.

Wie im Krivača- und im Drinagebiete Bosniens, so liegt auch in der Hercegovina die Kreide zum Theil transgredirend über der Trias. Sie ist hier nur zuweilen als fossilienreiche Seichtwasser- und Strandbildung sandig-mergelig, sonst ganz überwiegend aber rein kalkig entwickelt, und da sie in grosser offener Mächtigkeit unmittelbar aus dem Meere aufragt, erfährt der einsickernde Theil der meteorischen Niederschläge in dem gleichartigen, zerklüfteten Gestein keinen Stau, wie in einem von undurchlässigen Schichten durchschossenen Gebirge, sondern sickert unbehindert bis zum Meereshorizont herab. Dadurch wird einerseits die Oberflächendürre, namentlich bei dem Mangel jeglicher Vegetationsdecke, wie er in der Hercegovina auf weiten Strecken besteht, anderseits die unterirdische Erosion und die mit derselben zusammenhängende Verkarstung ausserordentlich gefördert. So entstehen die wild zerrissenen, von Karren und Dolinen besäten Steinwüsten mit allen den wechselvollen Erscheinungen des Karstphänomens, welche in der Hercegovina so typisch entwickelt sind. (Abb. 6.)

Allein, wo eine Zusammenschwemmung des thonigen Zersetzungsresiduums der Kalksteine (Terra rossa) möglich

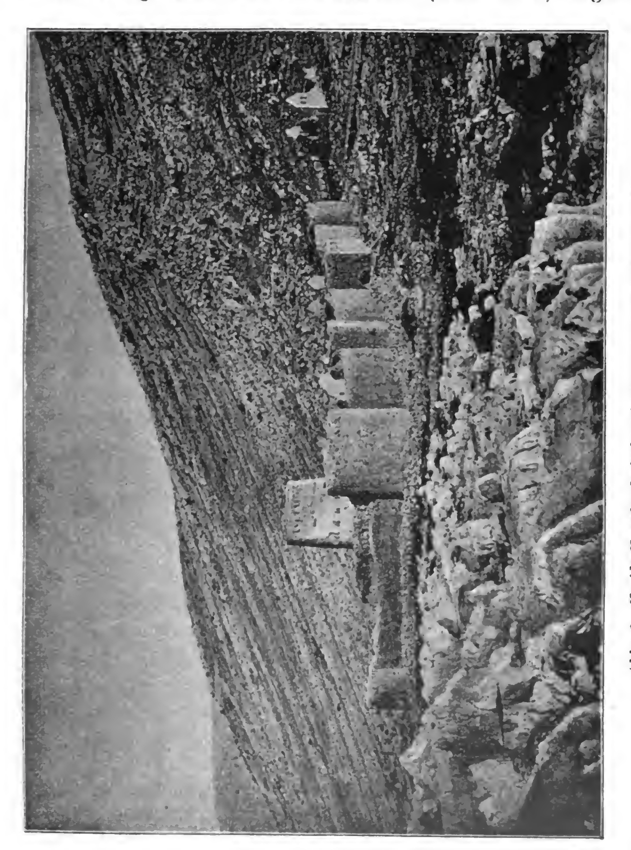


Abb. 6. Kreide-Karstlandschaft bei Hutovo in der Hercegovina.
Die Kalksteinschichten fallen nach Nordosten ein.

ist, wie am Boden vieler Dolinen, oder wo mit erdigen Massen gemengte Schuttanhäufungen auf natürliche oder künst-

liche Weise, z. B. durch Terrassen und Stützmauern, vor der Abrutschung geschützt werden, dort erweist sich das freilich immer nur wenig ausgedehnte Acker- oder Gartenland der Karstkreide durchaus nicht unfruchtbar. Im Gegentheil, es zeitigt die dem Klima und der Höhenlage angemessenen Fruchtarten nicht selten in überraschender Güte. Auch dürfen die gegenwärtig allerdings grosse Theile der Hercegovina einnehmenden trostlos kahlen Plateauflächen und Gehänge nicht als ewige Wüste angesehen werden; denn auch dort, wo man es aus der Entfernung nicht wahrnimmt, sind die Karrentaschen zumeist mit Erde gefüllt, die hinreichen würde, um Sträucher und Bäume (besonders Eichen) Wurzel fassen und zu einer gewissen Stärke gedeihen zu lassen, wie ja übrigens die in historischen Zeiten bestandenen und auch jetzt fleckenweise vorhandenen Waldbestände und die mehrfach gelungenen Aufforstungsunternehmungen beweisen; allein die der Entfaltung einer Vegetationsdecke entgegenstehenden natürlichen und culturellen Verhältnisse lassen sich nur mühsam und allmälig überwinden.

Die zur Kreide gezählten Ablagerungen von flyschartigem Habitus im nördlichen Bosnien liefern je nach ihrer Beschaffenheit sehr verschiedenartige Böden, von welchen jene, die von Mergeln und Mergelsandsteinen abstammen, am fruchtbarsten, die aus Serpentin und Jaspisschiefern hervorgegangenen am sterilsten sind. Auf Tuff- und Kalksandsteinen gedeiht im Bosna- und Sprečagebiete am besten die Pflaume, eine der ertragreichsten und am meisten cultivirten Obstsorten des Landes.

An nutzbaren Lagerstätten ist das Kreidegebirge arm. Die Serpentine, soweit sie der Kreide überhaupt angehören, führen mancherorts (Duboštica, Krivaja- und Turiagebiet, Petrovac bei Gračanica, Usora, Borja planina) werthvolle Chromerze; in den Jaspisschichten in Begleitung der basischen Eruptivgesteine kommen untergeordnet Manganerze, stellenweise auch minderwerthige Eisenerze vor. Die Kreidekalke der Hercegovina enthalten hie und da technisch werthlose Kohlenschmitzchen und

grössere Lager von Asphaltkalken (Dračevo, Popovo polje, mehrfach im Bezirke Ljubinje u. s. w.). Unerschöpflich ist die Fülle an für alle Bauzwecke vorzüglich verwendbaren Kalksteinen, sowie theilweise auch zur Cementfabrication geeigneten Mergeln. Aus gewissen, wahrscheinlich der Kreide zuzuzählenden Jaspisconglomeraten werden bei Gacko (Izgor) ausgezeichnete Mühlsteine erzeugt.

Känozoicum.

Tertiär und Quartär.

Eocän.

Ablagerungen des Alttertiär sind in der Hercegovina und in Bosnien weit mehr verbreitet, als aus den bisherigen Kartenbildern zu entnehmen war. Hier wie dort liegen sie transgredirend auf älteren Schichten, und zwar vorzugsweise auf der Kreide, häufig aber auch auf älteren Systemen. Die Ausbildung ist eine verschiedene: im Westen eine hauptsächlich kalkige, im Osten eine vornehmlich sandig-mergelige, denn die Eocänkalke, welche in der Hercegovina weite Verbreitung besitzen, trifft man in Bosnien nur in bescheidenem Umfang an, wofür hier wieder Sandsteine und Mergel mehr entwickelt sind. Im Allgemeinen sind diese letzteren auch jünger als die Kalke, so dass ein successives Vorschreiten der Transgression von Westen nach Osten stattgefunden zu haben scheint. Diese Meerestransgression war übrigens im ganzen Lande eine seichte, weil die Anhäufungen grosser Foraminiferen (Nummuliten, Alveolinen) nur als Bildungen einer mässig tiefen See und die sandigen Mergel und Sandsteine nur als Strandbildungen aufgefasst werden können.

In der Hercegovina beginnen die Eocänablagerungen gewöhnlich mit Milioliden- und Alveolinenkalken, echte Nummulitenkalke folgen erst höher, sandige und mergelige, meist sehr fossilienreiche Schichten schalten sich ein und bilden bloss stellenweise eine selbstständige Hangendstufe. Es ist nach dem

Studium der Faunen durch Paul Oppenheim[1]) sicher, dass diese Ablagerungen wesentlich das Mitteleocän repräsentiren.

Dieselbe Gesteinsfolge besteht im Allgemeinen auch in Bosnien; Alveolinenkalke sind aber viel seltener, und an die Milioliden- und Nummulitenkalke schliessen sich häufig Lithothamnienkalke an. Die Mächtigkeit dieser kalkigen Glieder bleibt jedoch weit zurück hinter jener der von Grobkalken durchsetzten sandig-mergeligen Hangendschichtenreihe. Diese führt in Nordostbosnien (Majevica) ähnlich wie in den östlichen und südlichen Nachbarländern in das Oligocän hinüber, welches, soweit bis jetzt bekannt, in mariner Ausbildung im grössten Theil des Landes und namentlich in der Hercegovina vollständig fehlt.

Da in der Hercegovina zumeist die Eocänkalke unmittelbar auf petrographisch ähnlichen Kreidekalken aufliegen und beide später gemeinsam gefaltet wurden, so ist trotz des mehr minder bedeutenden Zeitintervalles zwischen dem Absatz derselben die Grenze zwischen beiden oft sehr wenig scharf. Im grossen Ganzen füllen die Eocänablagerungen Faltenmulden der Kreideschichten aus oder sind an Störungslinien in dieselben eingesenkt, und zwar in viel ausgedehnterem Maasse, als man bisher angenommen hatte. So fällt die Umgebung von Mostar zum grössten Theil dem Eocän zu, welches von dort einerseits nach Nordwesten über Gornji-Gradac, Dobrin, Trebistovo zum Duvanjsko polje, anderseits nach Südosten über Podvelež gegen Nevesinje und Gacko weiterzieht. Parallel damit streicht ein zweiter nördlicherer Zug über Goranci nach Nordwesten und über Dobrić nach Südosten. Und noch weiter nördlich kommen Eocänkalke in Schollen bis auf der Nordseite der Čabulja planina vor. Das ganze Gebiet von Stolac, namentlich im Norden der Stadt, ein Zug von Blaguj über Dabrica gegen das Fatničko polje; ferner, ausser den von A. Bittner angeführten Vorkommen[2]), grosse Theile der Um-

[1]) Ueber einige alttertiäre Faunen der österr.-ungar. Monarchie, Beitr. zur Pal. u. Geol. Oesterreich-Ungarns und des Orients, XIII, 1902.

[2]) Grundlinien etc., pag. 241.

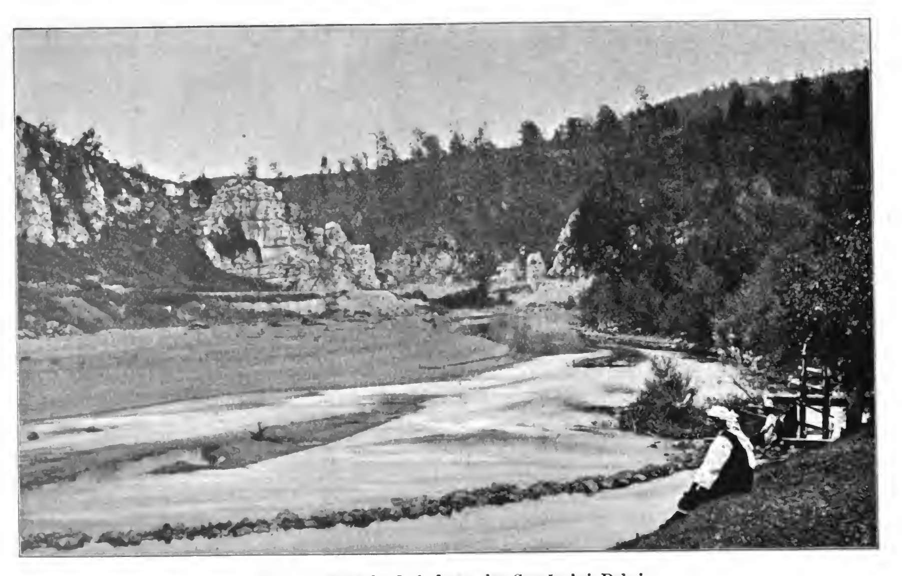


Abb. 7. Eocänlandschaft an der Spreča bei Doboj.

Lithothamnien- und Nummulitenkalke im Défilé oberhalb der Sprečamündung.

gebung von Ljubinje, Gabela, Čapljina, wo auf den bisherigen Karten Kreide verzeichnet ist, gehören zum Eocän, wodurch das geologische Bild der Hercegovina wesentlich mannigfaltiger gestaltet wird, als es bisher erschien.

In Bosnien besitzen eocäne Lithothamnien- und Nummulitenkalke ihre Hauptentwicklung im Usoragebiete und an der unteren Spreča, sowie im westlichen Theile der Majevica planina. Weit mehr verbreitet sind jedoch Ablagerungen vom sogenannten Flyschhabitus, nämlich, theils thonige, theils sandig-mergelige Schiefer mit Einschaltungen von Sandsteinen, Mergeln und Grobkalken, local auch mit untergeordneter Kohlenführung. Typisch ist diese Entwicklung im Majevicagebirge. Weiter westlich im Landstrich südlich von der Saveniederung scheint sich Eocän dieser Ausbildung nur untergeordnet am Gebirgsaufbau zu betheiligen, und im mittleren Theile Ostbosniens (Bjelić, südlich von Kladanj) sind behufs Sicherung seines Vorkommens neue Untersuchungen insofern nothwendig geworden, als anscheinend die einmal als Eocän bezeichneten Schichten der Kreide angehören dürften.

In orographischer Beziehung gelangt das Eocän nur dort zur Geltung, wo es selbstständig gebirgsbildend auftritt, wie in der Majevica, oder wo die Eocänkalke dadurch, dass sie leichter erodirbaren Gesteinen aufgesetzt sind, landschaftlich hervorragen, wie am Spreča- und Usoraunterlauf und im Bosnathal. In der Hercegovina beeinflussen die Eocänkalke die orographische Gestaltung gegenüber den Kreidekalken nicht auffällig, jedenfalls weniger als die Mergel und Sandsteine, welche einerseits Anlass zur Entstehung von die Monotonie der Karstplateaux unterbrechenden Erosionsthälern geboten haben und anderseits in dem trockenen Kalkland einen wichtigen wasserführenden Horizont bilden.

Bezüglich der Beschaffenheit der aus Eocängesteinen hervorgegangenen Erdkrume gilt wesentlich dasselbe, was oben von den Kreidenböden bemerkt wurde. Das Flyscheocän ist im Allgemeinen fruchtbarer als das eocäne Kalkland, jedoch gehören auch manche ausgezeichnete Wein- und Tabakböden,

z. B. in der Gegend von Stolac, Čapljina, Ljubuški u. s. w., gerade dem Kalk an.

Die nutzbaren Lagerstätten des Eocän sind zum Theil noch nicht hinlänglich untersucht. Die mancherorts, besonders in der Majevica auftretenden Kohlen sind zwar von hoher Heizkraft, aber bei ihrer meist geringen Mächtigkeit gegenüber dem sonstigen Kohlenreichthum des Landes dermalen ohne Bedeutung. Wichtig ist das Eocän als der Petroleumhorizont Bosniens, welcher im Alter einem Theil der Erdölschichten in den Karpathen entspricht. Bis jetzt wurden nicht ohne Erfolg wenig tiefe Probebohrungen nur bei Rožanj in der südöstlichen Majevica ausgeführt. Künftige Unternehmungen müssen sich mehr nach Westen wenden. Die Gas- und Soolquellen auf der Nordseite der Majevica und in Nordwestbosnien dürften mit der Erdölführung zusammenhängen. Geringfügige Bitumen- und Asphaltvorkommen sind im Eocänkalkgebiet der Hercegovina ziemlich verbreitet.

Von den Gesteinen des Eocän zeichnen sich besonders manche Amphisteginen- und Miliolidenkalke durch warmen Farbenton und leichte Bearbeitungsfähigkeit aus; und da sie auch in hohem Grade politurfähig sind, eignen sie sich vortrefflich zu jeder Art Verwendung als architektonischer Zierstein, wozu sie indessen bis jetzt nur in sehr bescheidenem Maasse herangezogen werden. Die Nummulitenkalke von Doboj werden zur Kalkerzeugung für Fabrikszwecke in grossen Steinbrüchen gewonnen. Die Sandsteine des Eocän liefern brauchbare Werksteine, und gewisse feinkörnige Abarten wären auch als Schleifsteinmateriale verwendbar.

Binnenland-Oligocän und Miocän.

Waren während des Eocän die Hercegovina und ausgedehnte Theile Bosniens vom Meere bedeckt, so erfolgte diesbezüglich in der zweiten Hälfte der Tertiärzeit ein vollständiger Umschwung: fast das ganze Land wurde trocken gelegt und blieb fortab vom Meere frei. Zwar wurde Nord-

bosnien in der jüngeren Miocänzeit vom pannonischen Becken aus nochmals von einer — der letzten — ziemlich ausgedehnten Meerestransgression betroffen, allein dieselbe drang, soweit bis jetzt bekannt, über die Linie Petrovac—Maglaj—Zvornik nirgends nach Süden vor.

Die Trockenlegung fast des ganzen Gebietes des heutigen Bosnien und der Hercegovina im Oligocän ist das für die jüngste geologische Entwicklungsgeschichte dieser Länder entscheidende Ereigniss. Jetzt erst konnten sich die gewaltigen Abtragungs- und Ausebnungsvorgänge abspielen, welche die heutige geologische — wohlgemerkt nicht orographische! — Oberflächenbeschaffenheit Bosniens und der Hercegovina wesentlich herstellten.

Das durch den Rückzug des Eocänmeeres trocken gelegte Land ragte zu jener Zeit nur mässig über das Niveau benachbarter Meerestheile (in der südlichen Adria, in Macedonien, Serbien u. s. w.) empor. Es war eine Tiefebene, auf welcher durch Niederschläge und durch die vom älteren Festland abrinnenden Gewässer alle Senken und Niederungen in Seen umgewandelt wurden, denen einerseits die Zuflüsse vom Lande grosse Mengen von Sinkstoffen zuführten und deren Abflüsse zum Meere es anderseits ermöglichten, dass sich die Fauna der Festlandsbecken vielfach einen halbbrackischen Anstrich bewahren konnte.

Hieraus erklärt sich der petrographische und faunistische Charakter der bosnisch-hercegovinischen tertiären Binnenablagerungen leicht. Ihre Conglomerate und Psammite sind das Ergebniss der Einschwemmung grober Geröll- und Sandmassen in die Seebecken; die Schieferthone und Mergel entstanden aus dem zugefrachteten feinen Gesteinsdetritus; die Süsswasserkalke theils aus eingeschwemmtem Kalkschlamm, theils aus Ausscheidungen von Kalk unter Zuthun von Organismen; die Braunkohlenflötze aus Anhäufungen von Pflanzen, welche entweder an den Ufern der Seebecken wuchsen oder in sie eingeschwemmt wurden, oder aber, bei vorgeschrittener Ausfüllung und Versumpfung der Becken, aus der dieselben ganz bedeckenden Sumpfflora. Die autochthonen Kohlenflötze letzterer

Art pflegen namentlich von Sumpfschnecken begleitet zu sein, während die von einer reichen Congerienfauna begleiteten Flötze freieres Wasser voraussetzen. Diese über das ganze Land verstreuten Bildungen, wie bedeutend ihr Umfang auch ist, geben von der Ausdehnung der seenartigen Wasseransammlungen, welchen sie ihre Entstehung verdanken, doch nur einen unvollkommenen Begriff, weil sie lediglich die von der jüngeren Erosion aufgesparten Ueberreste eingefalteter und eingesenkter Partien der ursprünglichen Beckenausfüllungen sind. Dass diese Einsackungen zum Theil dem dinarischen Faltensystem entsprechen, ist eine erst in jüngster geologischer Vergangenheit bewirkte secundäre Erscheinung, die mit Form und Umfang der ursprünglichen Ablagerungsbecken nichts zu thun hat.

Die Auffassung, dass die jungtertiären Binnenlandbildungen Bosniens und der Hercegovina lediglich Ausfüllungen vordem schon vorhandener, dem dinarischen Streichen entsprechender Thalausweitungen seien, ist ebenso wie die Annahme, dass sie am Gebirgsaufbau keinen Antheil nehmen, ein Grundirrthum, welcher die richtige Erfassung der jüngsten geologischen Geschichte des Landes geradezu unmöglich macht.

Das Gegentheil ist wahr: Die oligocän-miocänen Binnenlandablagerungen sind am Gebirgsaufbau betheiligt, aber freilich nur in dem Ausmaass, als es bei einer von Haus aus nicht zusammenhängenden Oberflächenbedeckung überhaupt möglich war. Wo sie in grosser Ausdehnung vorhanden waren, wie in der Zenicaer Ablagerung, bilden sie ganze Bergzüge, welche die ältere Umgebung überragen und die orographische Gestaltung der Gegend bedingen. Wo sie nur einen mässigeren Umfang besassen, sind sie mit den Auffaltungen ihres Grundgebirges in die Höhe gehoben, mit dessen Einstülpungen und Einsenkungen in die Tiefe gezogen worden. Dadurch wurden sie in Stücke zerrissen, welche, in verschiedenem Grade der Erosion preisgegeben, sich bis auf die Gegenwart nur in Resten erhalten konnten.

So zerstückt und von abgetrennten Partien umgeben, stellen sich die meisten Binnenlandablagerungen des Landes dar, und

zwar nicht nur die älteren, sondern selbst auch noch die pliocäne Ablagerung von Dônja-Tuzla. Ein vortreffliches, leicht übersehbares Beispiel bietet die Ablagerung von Prozor.

Auf der herrlichen Bergstrasse von Bugojno kommend, schaut man von der Höhe des Maklensattels in ein tiefes Becken, in dessen westlicher Ausbuchtung das Franziskanerkloster Šćit mit der weithin sichtbaren Kirche und an dessen Ostrand das von einer Burgruine überragte Bezirksstädtchen Prozor liegt. Diese Terrainaustiefung wird rundum von Triasgebirgen eingeschlossen und ist ausgefüllt mit oligocän-miocänen



Abb. 8. Das Conglomeratgebirge am Westrande der Zenicaer Braunkohlenablagerung nördlich von Vitez. Binnenland-Miocän.
Der hohe Berg im Hintergrunde links ist der Orlac bei Preočica, wo im feinkörnigen Conglomerat Mühlstein-Bergbaue bestehen.

Süsswasserablagerungen. Demzufolge wurde sie als abgeschlossenes Becken betrachtet, welches als solches die Ablagerungsstätte der Binnenlandschichten gewesen sei.

Das ist jedoch eine irrige Ansicht; denn einmal ist die Lagerung der Süsswasserschichten keineswegs eine muldenförmige, sondern eine einseitig geneigte, was auf Absenkungserscheinungen hinweist, und zweitens ist das Jungtertiär des Beckenbodens nur ein Theil der ursprünglichen Ablagerung, deren losgerissene Partien rundum oben auf den Triasplateaux liegen: bei Skrobučani bis in 726, bei Uzdol in 813 *m* See-

höhe, gegenüber 561 *m* bei Kopčić westlich von Ščit. Es ist klar, dass wenn man den Umfang des ursprünglichen Ablagerungsbeckens von Prozor reconstruiren wollte, man alle von



Abb. 9. Oligocän- und Triasgebirge bei Podhum an der Neretvica.

Die breite Bergkuppe rechts ist der Hum, bestehend aus Triaskalken, unter welchen in der Thalsohle Werfener Schiefer hervortreten, welche ihrerseits auf Grödener Sandstein und permischen Schiefern (rechts im Mittelgrunde) auflagern. Der hohe, scharfe Rücken links, die Lepenica kosa, besteht aus oligocänen Conglomeraten, die theils auf Werfener Schichten (im Mittelgrunde links), theils auf Triaskalken und Dolomiten (in der Thalsohle und am äussersten linken Rande des Bildes) aufruhen.

einander getrennten Theile desselben gewissermassen erst auf dasselbe Niveau projiciren müsste.

Im östlich benachbarten Neretvicagebiete erheben sich auf der Ostseite der Čelinska planina die Grundconglomerate der

dortigen oligocän-miocänen Binnenlandablagerung — einer Ausbuchtung jener von Konjica — in der Lepenica kosa in massiven, nach Südosten einfallenden Bänken als integrirender Theil des Gebirges bis über 1100 *m* Seehöhe. Volle 800 *m* tiefer treten bei Podhum im Neretvicaeinschnitt dolomitische Triaskalke darunter hervor, und erst weiter südwärts gegen die Narenta zu breiten sich die Tertiärgebilde im Zusammenhang aus.

Es kann darnach keinem Zweifel unterliegen, dass die Oberflächengestaltung des bosnisch-hercegovinischen Festlandes nicht nur in der oligocänen, sondern selbst noch in der jüngsten Tertiärzeit von der gegenwärtigen ganz und gar verschieden war. Manche Theile der heutigen Plateauflächen von mehr als 1000 *m* Seehöhe waren damals der Untergrund von ausgedehnten Süsswasserbecken, und Vieles, was heute Berg ist, war damals Thalboden. Die Thäler, Mulden, Kessel, Klammen — kurz die Hohlformen der heutigen Landoberfläche — sind das Ergebniss der erst seit jüngster geologischer Zeit wirksamen, theilweise durch Einbrüche unterstützten Erosion und reichen in ihren Anlagen keineswegs bis in das Oligocän zurück.

Ein überzeugender Beleg hiefür, aus welchem die Oberflächenveränderungen, die seit dem Oligocän in Bosnien stattgefunden haben, am deutlichsten erhellen, ist die jungmiocäne Meerestransgression. Dieselbe hat das ganze nördliche Bosnien betroffen und hat überall Ablagerungen der zweiten Mediterranstufe, hauptsächlich Leythakalke, zurückgelassen, welche sich nun auf der durch das vordringende Meer gleichmässig abgehobelten Unterlage verschiedensten Alters ausbreiten. Auch oligocäne Binnenlandablagerungen werden von ihnen bedeckt. Das in der Oligocän- und ersten Miocänzeit bestandene nordbosnische Festland erfuhr also im jüngeren Miocän eine beträchtliche Senkung und wurde zum Meeresboden, womit natürlich auch im übrigen Theile des Landes neue Abebnungsverhältnisse geschaffen wurden, welche sicher eine Umformung der vordem bestandenen Bodengestaltung bewirkten.

So weist Alles darauf hin, dass das heutige Aussehen Bosniens und der Hercegovina von ganz jungem Gepräge ist, wofür wir übrigens im Folgenden noch weitere Belege kennen lernen werden.

Die oligocän-miocänen Binnenlandablagerungen sind in grosser Anzahl über das ganze Land verbreitet.

Die umfangreichste darunter ist jene von Zenica—Sarajevo in der Mitte des Landes. Von den übrigen seien genannt jene von Bihać, Kamengrad, Prijedor, Banjaluka, Kotor-Varoš, Ober-Teslić, Žepče, Novi-Šeher, Kotorsko, Ugljevik (bei Janja), Jajce, Bugojno, Glamoć, Livno, Županjac, Prozor, Konjica, Mostar, Nevesinje, Gacko, Budanj (bei Foča), Rogatica und Bjelobrdo (bei Višegrad).

Diese und noch eine ganze Anzahl geringerer Ablagerungen bedecken ein Gebiet von mehreren Tausend Quadratkilometern, welche fast durchwegs zu den fruchtbarsten Bodenflächen des Landes gehören. Die Böden sind zumeist tiefgründig, werden aber mit der Zeit durch Kalkverlust zu thonig und schwer. Duxen kommt ihnen im Allgemeinen sehr zu statten.

Hochwichtig sind die oligocän-miocänen Binnenlandablagerungen ihrer reichen Braunkohlenführung wegen. Die Kohle, welche in den verschiedenen Ablagerungen in einem oder in mehreren Flötzen von nicht abbauwürdig geringer bis zu sehr grosser Mächtigkeit (bei Zenica 10 *m*!) auftritt, ist vorwiegend eine muschlig brechende Glanzkohle von schwarzer Farbe und hoher Heizkraft (4500 bis 6000 Calorien). Sie wird gegenwärtig in den grossen Werken bei Zenica und Kakanj-Doboj, sowie in den kleineren Anlagen bei Banjaluka und Ugljevik gewonnen. Die gesammte Jahreserzeugung der oligocänen Kohlen Bosniens beträgt zur Zeit rund 2,200.000 *q* [1]).

Von sonstigen nutzbaren Gesteinen des Binnenlandoligocän werden namentlich die Sandsteine, sandigen Mergel und zum

[1]) Ueber die rapide Entwicklung und die Bedeutung des Kohlenbergbaues in Bosnien gibt die lehrreiche Abhandlung von F. Poech: Mittheilungen über den Kohlenbergbau in Bosnien (Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen, 1899, pag. 369, mit 1 Taf.) vortrefflichen Aufschluss.

Theil Conglomerate als Bausteine, manche Abarten auch als Steinmetzmaterial verwendet und geschätzt. Manche Letten liefern feuerfestes Material, welches hauptsächlich bei Nadioci und Počulica unweit von Han Compagnie, ferner südöstlich von Busovača bei Milodraž, Brestovsko u. a. vorkommt und anscheinend theilweise dem aufgelösten Grundgebirge entstammt. Die zersetzten tegeligen Schichten geben vorzüglichen Ziegellehm, sowie gewöhnlichen Töpferthon und die landesüblichen weissen Tünchfarben (bei Prijedor). Gewisse Conglomerate, z. B. jene des Orlac brdo bei Preočica, wo sie bergbaumässig gewonnen werden, dienen zur Erzeugung von ausgezeichneten Mühlsteinen. (Abb. 8.)

Die grossbrüchigen dünnen Mergelplatten finden namentlich in der Umgebung von Prozor uud in der Hercegovina als schweres, aber sehr haltbares Dachdeckmaterial ausgedehnte Verwendung.

Marines Oligocän und Miocän.

Das oligocäne bosnisch-hercegovinische Festland wurde nur im Nordosten vom Meere bespült, welches sich als seichte Bucht über einen Theil des heutigen Majevicagebietes und der Umgebung von Dônja-Tuzla ausbreitete. Die theils sandigschieferigen, theils kalkigen älteren Ablagerungen dieser flachen Meeresbedeckung sind lediglich die Fortsetzung der eocänen Gebilde der dortigen Gegend und von ihnen schwer zu trennen; die oberste Stufe bilden Sandsteine und Conglomerate hie und da mit Lithothamniengereibsel, die man für jünger halten könnte, wenn nicht die bergmännischen Aufschlüsse bei Josefsthal östlich von Dônja-Tuzla, eine concordante Lagerung mit den über ihnen folgenden altmiocänen Schichten aufgeschlossen hätten. Uebrigens entsprechen sie in der ihnen zugewiesenen stratigraphischen Stellung thatsächlich gewissen sandigthonigen Schichten im mittleren Theile der Majevica, welche ebenfalls Einschaltungen von (allerdings petrographisch verschiedenen) Conglomeraten enthalten und als oligocäne Strandbildung gedeutet werden können.

Dieser bei Tuzla über die Oligocänzeit erhalten gebliebene Rest des ehemaligen Eocänmeeres war die Ausgangsstätte für die letzte grosse Meerestransgression, welche Bosnien betroffen hat. Die Meeresbucht im östlichen Theile der heutigen Majevica erfuhr zu Beginn des Miocän eine Vergrösserung und Vertiefung, jedoch nicht mit einem Schlag, sondern oscillirend, wodurch die Möglichkeit der Entstehung von Salzlagern geboten war, welche bei Tuzla der ersten Mediterranstufe angehören. Ueber diese von tegelartigem Schlierschlamm vertragenen und geschützten Salzablagerungen hinweg breitete sich in der jüngeren Miocänzeit das Meer, sowohl nach Osten als nach Westen weithin aus. Die Senkung des Landes, welche dieses Umsichgreifen des Meeres verursachte, war jedenfalls von einer Gebirgsfaltung begleitet, welche somit in die Zeit des unteren Miocän fällt. Die dadurch bewirkte Meeresüberfluthung, welche ziemlich tief in's Land eingriff, aber, wie oben bemerkt, über die Linie Petrovac—Maglaj—Zvornik nicht nach Süden hinauskam, kann nur von mässiger Tiefe gewesen sein, weil die jungmiocänen Ablagerungen Nordbosniens fast ohne Ausnahme Seichtbildungen sind vom petrographischen und faunistischen Charakter der zweiten Mediterranstufe, und zwar vorzugsweise Leythabildungen, sowie Ablagerungen der sarmatischen Stufe.

Unter den Leythabildungen ragen zwei durch ihre Verbreitung und charakteristische Beschaffenheit hervor: erstens Kalksteine vorwiegend biogenetischen Ursprunges, zweitens Sandsteine und Conglomerate mit vorherrschenden Serpentin- und Tuffitgemengtheilen und local mit einer sowohl reichen als ausgezeichnet erhaltenen Fauna. Diese beiden faciellen Hauptausbildungen schliessen sich in ihrer Verbreitung gegenseitig aus, ausser etwa dort, wo die Kalke theilweise älter sind als die Sandsteine. Beide nehmen aber in gleicher Weise am Gebirgsaufbau Antheil, wobei jedoch die Kalksteine landschaftlich viel mehr zur Geltung kommen als die übrigens auch weit weniger verbreiteten Sandsteine und Conglomerate. Diese letzteren bauen z. B. vorzugsweise die Ratis planina zwischen

Tinja und Orahovica (südöstlich von Gračanica) auf und erreichen hier im Ratis eine Seehöhe von 596 *m*. Die Leythakalke steigen im mittleren Theil der Majevica in einzelnen Riffen oder zersprengten Schollen zwischen Jasenica und Srebrenik bis zu 645 *m* an. Im Allgemeinen freilich bilden sie niedrigere Plateaux oder Gruppen von Hügeln, die in der Regel in sehr charakteristischer Weise ihre flache Abdachung nach Norden gegen die Saveebene, den Steilabsturz aber nach Süden land-



Abb. 10. Leythakalkgebirge mit Höhlen bei Zovik gornji, südöstlich von Gradačac.

einwärts gerichtet haben, was mit der fast durchwegs nach Norden, beziehungsweise Nordosten geneigten Schichtenstellung zusammenhängt.

In dem mehrfach unterbrochenen langen Zuge der Leythahügel entlang des Südrandes der Saveniederung von Janja bei Bjelina bis Bosn.-Novi sieht man sehr häufig mit grösster Klarheit die Leythakalke auf viel stärker gefalteten älteren Schichten aufliegen wie z. B. bei Koraj, Čelić, Maoća, Gradačac, Modrić, Kotorsko, Dervent, Bosn.-Dubica, Kostajnica und Novi. Hier überall ist ganz klar ersichtlich, dass die erste jung-

tertiäre Gebirgsfaltung in Bosnien vor Ablagerung der obermiocänen Leythaschichten, also im Untermiocän stattgefunden hat, dass aber auch diese letzteren Schichten sammt ihrer Unterlage später — und zwar, wie wir sehen werden, zu Beginn der Quartärzeit — von einer Zusammenfaltung betroffen wurden.

Die untermiocäne Faltung verursachte die ersten bedeutenden Höhenunterschiede im seenbedeckten oligocänen Flachland. Sie bewirkte zunächst eine durchgreifende Veränderung der Abflussverhältnisse. Manche der oligocänen und altmiocänen Seen wurden von ihren Zuflüssen abgeschnitten, versumpften und trockneten aus; in andere ergossen sich mit Macht neue Wildbäche und verschütteten sie mit Geröllmassen, wie wir dies besonders grossartig in der Ablagerung von Zenica sehen. Und in der Folge, weil dies ja Alles nur successive stattfinden konnte, wurden einzelne Theile der oligocänen Binnenlandablagerungen in ihre Unterlage eingesenkt. Jene des nördlichen Theiles des Festlandes erfuhren aber nicht nur eine Faltung, sondern gelangten auch noch unter den Spiegel des vordringenden jungmiocänen Meeres und wurden von Ablagerungen der zweiten Mediterranstufe bedeckt. Dies ist der Fall bei Janja (Ugljevik), Dervent, Prnjavor, Prijedor (Gajić brdo, Jeloviksattel), Bosn.-Novi, Japra-Majkić u. s. w., wo sich überall wesentlich Leythakalke, die theilweise von sarmatischen Schichten begleitet werden, discordant über oligocänen oder altmiocänen Binnenlandbildungen ausbreiten.

Während dieser jungmiocänen Meeresbedeckung des Nordens Bosniens fanden im übrigen Lande fortgesetzt die gewöhnlichen Ausebnungsvorgänge statt, die zum Unterschied von der Oligocänzeit, in welcher vorwiegend eine Aufebnung der See- und Sumpfbecken vor sich gegangen war, nun hauptsächlich in Abebnung durch Erosion bestanden.

Die Abtragung wurde natürlich von den allgemeinen Vorbedingungen, namentlich von dem Gefälle und von der Gesteinsbeschaffenheit beeinflusst. In ersterer Beziehung ist es selbstverständlich, dass die Abflussrichtung der Gewässer zum grossen

Theil zu dem nördlichen jungmiocänen Meere zielte, aber mit aller Wahrscheinlichkeit auch nach der entgegengesetzten Seite, also nach Süden oder Südwesten, wobei die von der untermiocänen Faltung hochgehobene Uraufwölbung der heutigen Vratnica planina als wichtige Wasserscheide fungirte, die der Denudation selbst am meisten ausgesetzt war. Und was die Gesteinsbeschaffenheit anbelangt, so waren begreiflicherweise die sozusagen kaum erst trocken gewordenen oligocänen Binnenlandablagerungen am wenigsten widerstandsfähig. Wo sie daher vor der Abtragung nicht irgendwie geschützt waren, wurden sie zerrüttet, umgelagert und fortgeführt. Aus jener Zeit stammen die isolirten Partien von Conglomeraten und losen Geröllmassen, welche auf den Plateauflächen und Bergrücken im ganzen Lande, besonders aber in der Hercegovina und in den angrenzenden Theilen Bosniens so häufig angetroffen werden und welche leicht zu einer Missdeutung als Diluvium Anlass geben können.

Die beiden Hauptgesteine der jungmiocänen Meerestransgression in Nordbosnien umfassen verschiedenartige Ausbildungen, von welchen unter den Leythakalken die Nulliporen-, Amphisteginen- und Korallenkalke die wichtigsten sind. Die erstgenannten herrschen beiweitem vor, und namentlich in ihnen sind an vielen Orten (Bjelina, Ugljevik, Koraj, Velinoselo, Gračanica, Han Marica, Bosn.-Kostajnica u. s. w., u. s. w.) die Leitfossilien des Leythakalkes, die grossen dickschaligen Kammmuscheln *(Pecten latissimus* Brocc.), Austern, Herzmuscheln, Seeigel *(Clypeaster)* u. s. w. massenhaft zu finden. Bei Piskavica, unweit von Gračanica, werden diese Kalke durchsetzt von mehr sandigen Lagen voll Terebrateln. Die Amphisteginenkalke, die bankweise nur aus Anhäufungen von einer halblinsengrossen Foraminifere *(Amphistegina Haueri)* bestehen, sind vorzüglich im Tinjagebiete entwickelt; die Korallenkalke bei Vranovići, östlich von Gračanica. Ausgezeichnet schöne, weithin verfolgbare Korallenriffe stehen bei Orahovica Dônja und Lohinja (südöstlich von Gračanica) an. Vielfach bilden korallenreiche Kalke mit eingeschlossenen Brocken von Serpentin, Jaspis,

Tuffiten etc. einen Uebergang zu den groben Leythasandsteinen und Conglomeraten, welche nesterweise, wie bei Prline, Sulići, Miričina nordwestlich von Dônja-Tuzla, eine reiche Fauna (vorherrschend *Conus, Ancillaria, Oliva, Cypraea, Fusus, Turritella, Pecten, Pectunculus, Arca, Lucina, Cardium, Cytherea, Venus)* beherbergen, zum Unterschied von den Kalkconglomeraten desselben Alters, welche nur selten Versteinerungen enthalten. In einigen Gegenden gliedern sich an die Leythasandsteine sandig-mergelige Schiefer voll Pflanzenspreu und vereinzelten, gut erhaltenen Blattabdrücken an. Sie bilden den Uebergang zu den sarmatischen Schichten.

Unter den Gebilden dieser letzteren Stufe sind mürbe mergelige Sandsteine und sandige Mergel am meisten verbreitet; weniger sandige oder oolithische Kalksteine; am wenigsten reine Mergel oder Thone, sowie besondere Kalkabarten (z. B. Bryozoenkalke bei Čelić). Abgesehen von den letztgenannten, sind in allen übrigen Schichten Cerithien (namentlich *Cer. rubiginosum* und *Cer. pictum)* überaus häufig. Manche Kalksteine sind gespickt voll davon, und aus den sandigen Mergeln wittern sie z. B. zwischen Lohinja und Čekanić (östlich von Gračanica) in solchen Mengen heraus, dass man sie buchstäblich mit einem Besen zusammenkehren kann. Zu den Cerithien gesellen sich zuweilen Zweischaler, besonders *Mactra podolica* und *Tapes gregaria*, welche aber häufiger zusammen mit anderen Muscheln, namentlich Cardien, massenhaft auftreten. Manche sarmatische Mergel sind reich an Fischresten, die tiefsten, dem Leythakalk direct auflagernden, enthalten mancherorts Amphisteginen, und fast alle schieferigen mergeligen und sandigen sarmatischen Schichten beherbergen eine mehr weniger reiche Flora [1]).

Die leichte Zersetzbarkeit der meisten Ablagerungen des marinen Oligocän und Miocän schafft in den Gegenden, wo

---

[1]) Aus der Umgebung von Dônja-Tuzla wurde dieselbe von H. Engelhardt beschrieben (Glasnik zemaljskog muzeja u Bosni i Hercegovini. XIII, 1901, pag. 473); die Abhandlung wird demnächst in den Wissenschaftl. Mittheil. aus Bosn.-Herceg., IX. Bd., deutsch erscheinen. Vergl. auch Verhandl. der k. k. geolog. Reichsanst., 1900, pag. 187.

sie verbreitet sind, also namentlich in der weiteren Umgebung von Dônja-Tuzla und mehr westlich entlang des Südrandes der Saveniederung, zumeist tiefgründige und fruchtbare, aber auch schwere und zur Nässe geneigte, weniger ertragsfähige Böden. Ebenso verhalten sich die aus den mergeligen Leythaschichten entstandenen Bodenarten, die jedoch bei dem Umstand, als ihnen zumeist Kies und Grus aus den Kalksteinen beigemengt ist, vielfach lockerer und dadurch fruchtbarer, zumal zur Obstbaumzucht geeignet werden. Auch die miocänen schlierartigen Mergel und die oligocänen mergeligen Sandsteine liefern Böden, auf welchen Pflaumen und andere Obstsorten ausgezeichnet gedeihen. Die Verwitterungserde der reinen Leythakalke ist kaum verschieden von jener der Kalksteine älterer Formationen, und die Leythaconglomerate und Sandsteine ergeben je nach ihren Bestandtheilen einen guten bis minder guten Boden, letzteres namentlich, wenn an den Conglomeratgeröllen Serpentin und Jaspis reichlich betheiligt sind. Die Böden der sarmatischen Schichten sind vielfach zu thonig und schwer. Im grossen Ganzen gehört das Verbreitungsgebiet der oligocänen und miocänen marinen Ablagerungen im nördlichen Bosnien zu den fruchtbaren Theilen des Landes.

Gegenüber den älteren Kalkgebirgen ist bemerkenswerth, dass selbst die steilen Gehänge der Leythakalkhügel in der Regel nicht vegetationslos sind und dass die Plateauflächen, wiewohl gewöhnlich von Dolinen besät, doch mit Buschwerk und Rasen bestockt zu sein pflegen. Dadurch wird der landschaftliche Charakter Nordbosniens als grünes Hügelland wesentlich mitbedingt. (Abb. 10.)

An nutzbaren Lagerstätten enthält das marine Miocän eine der allerwichtigsten des Landes: das oben erwähnte Salzlager von Dônja- und Gornja-Tuzla, welches durch Soolbrunnen ausgebeutet wird. Auch an anderen Orten in dem westlicheren Verbreitungsgebiet des Miocän sind Soolquellen bekannt, welche das Vorkommen weiterer Salzlager vermuthen lassen. Aus den oligocänen Schichten beim Mitrov han östlich von Dônja-Tuzla steigt eine Gasquelle auf, deren Ursprung,



Abb. 11. Schliergebirge (marines Miocän) bei Dônja-Tuzla.
Im Vordergrunde rechts Salzschacht. Im Mittelgrunde Bohrthürme von Soolbrunnen.

ebenso wie jener einer in der Nähe befindlichen Schwefelquelle, im unterlagernden Eocän zu suchen sein dürfte. Ausströmungen von brennbaren Gasen kommen übrigens auch in sarmatischen Schichten vor. Gewisse von den sarmatischen Fischmergeln weisen einen bemerkenswerthen Phosphorgehalt auf. In Oligocänmergeln im Drienčathal bei Šibošica ist ein mineralogisch interessantes Redruthitvorkommen aufgedeckt worden.

Von den Gesteinen des marinen Jungtertiär sind die meisten Leythakalke für verschiedene Verwendungen sehr gut geeignet. Die reinen Abarten im Thale des Sokolbaches bei Gračanica werden zu technischen Zwecken für die Lukavacer Sodafabrik im Grossen gewonnen. An vielen Orten dienen sie zur Erzeugung von Weisskalk. Die sandigeren Abarten liefern einen vortrefflichen Baustein (ähnlich dem Baustein von Wien). Die sarmatischen sandigen oder oolithischen Kalke werden z. B. bei Pašći, Vršanj u. a. in ziemlich ausgedehnter Weise zu Steinmetzarbeiten verwendet, die plattigen Mergelsandsteine von Dokanj dienen in Dônja-Tuzla allgemein zu Bauzwecken. Ungemein verbreitet ist die Benützung der Leythakalke zur Strassenbeschotterung.

Pliocän.

Die sarmatischen Schichten gehen im Gebiete von Dônja-Tuzla nach aufwärts allmälig in Ablagerungen über, welche eine pontische fossile Fauna einschliessen und daher nach der österreichischen Ueblichkeit zum Pliocän gestellt werden. Es sei jedoch bemerkt, dass der enge Verband mit der sarmatischen Stufe die Zuweisung des unteren Theiles dieser pontischen Schichten zum Miocän rechtfertigen würde.

Sie bestehen vorzugsweise aus Sandsteinen und Sanden, welche eine Mächtigkeit von mehreren Hundert Metern besitzen. Ihnen gegenüber weisen die sonstigen Gesteinsglieder nur eine untergeordnete Entfaltung auf. Sehr wichtig sind die das mittlere Stockwerk der Ablagerung einnehmenden Kohlen-

flötze, von welchen das Hauptflötz bei Dônja-Tuzla (Kreka) eine Mächtigkeit von 18 *m* besitzt. Die Flötze werden von Letten und Thonen begleitet, welche an den Tagesausbissen meist durch die Selbstentzündung der Kohle roth gebrannt erscheinen. Die Sandsteine und Sande im Liegenden des Flötzzuges entwickeln sich theilweise aus schüttigen Conglomeraten und bestehen local aus fast reinem Quarzsand; die Sandsteine des Hangenden der Flötzgruppe sind zumeist mehr thonig und eisenschüssig. Das hangendste Glied der Ablagerung bilden fette Thone.

Das bosnische Pliocän ist von derselben halbbrackischen Beschaffenheit und weist dieselbe Fossilienführung auf wie die Congerienschichten des Wiener Beckens, d. h. *Congeria subglobosa*, *Cong. Partschi*, *Melanopsis vindobonensis* und *Mel. Martiniana* sind darin die gewöhnlichsten Versteinerungen. In zusammenhängender Verbreitung erstreckt es sich in der Länge von der Spreča südöstlich bei Siminhan bis Gračanica, und in der Breite von Puračić bis gegen Breška und rundum wird es von mehr weniger ausgedehnten isolirten Schollen umgeben, welche man noch in der Umgebung von Doboj antrifft. Ob auch in anderen Theilen Bosniens und der Hercegovina pontische Ablagerungen entwickelt sind, wie es z. B. bei Mostar der Fall zu sein scheint, ist dermalen noch nicht sicher.

Das ganze von den Congerienschichten im Gebiete von Dônja-Tuzla eingenommene Terrain stellt ein stark gegliedertes, jedoch nur an wenigen Punkten 600 *m* Seehöhe übersteigendes Hügelland dar, dessen Ausmodellirung ausschliesslich durch die Erosion bewirkt wurde. Für die jüngste geologische Geschichte Bosniens ist es indessen von Wichtigkeit, dass die pontischen Ablagerungen noch bis zur Kopfständigkeit der Schichten zusammengefaltet sind und dass die rund um die Hauptverbreitung verstreuten Erosionsreste auch eine gestörte Schichtenstellung besitzen und in ihre gegenwärtige Höhenlage gehoben worden sein müssen. Der tektonische Vorgang, welcher diese Erscheinungen bewirkt hat, konnte natürlich erst nach Ablagerung des Pliocän stattfinden, und da das Diluvium davon

nicht mitbetroffen wurde, fällt er offenbar mit dem Schluss des Tertiär zusammen, beziehungsweise: bezeichnet den Beginn der Quartärzeit.

Diese jüngste Krustenbewegung ist von entscheidender Wichtigkeit für die heutige orographische Gestaltung Bosniens und der Hercegovina. Sie erst hat die sogenannte dinarische Faltung und das ausgeprägt südwest-nordöstliche Schichtenstreichen, welches die Tektonik des ganzen Landes beherrscht, zur vollen Geltung gebracht. Sie erst hat die Hauptgebirge kräftig gehoben und die bedeutenden relativen Höhenunterschiede geschaffen. Sie hat den Einbruch der nördlichen Adria und das absolute Ansteigen des Landes über den Meeresspiegel, sowie alle damit zusammenhängenden Begleiterscheinungen bewirkt, durch welche Bosnien und die Hercegovina das orographische Gesicht erhielten, welches sie heute zeigen.

Es ist oben darauf hingewiesen worden, dass die oligocän-miocänen Binnenlandablagerungen das geologische Bild Bosniens und der Hercegovina in hervorragender Weise beeinflussen, weil sie im grössten Theil des Landes die jüngsten Oberflächenbildungen von bedeutender Ausdehnung sind. An ihnen offenbart sich daher auch der jüngste Entwicklungsgang am deutlichsten. Durch die untermiocäne Faltung wurden sie zerrissen und in ihre Unterlage theilweise eingesenkt; durch die nachfolgende jungmiocäne und pliocäne Erosion hauptsächlich abgetragen und nur stellenweise auch verschüttet; durch die postpliocäne Faltung weniger neuerdings gestaucht als relativ gehoben. Während ihrer Bildung war das Klima in Bosnien und der Hercegovina mindestens noch ein subtropisches, und es blieb so bis zur letzten Hebung, welche die starke Abkühlung einleitete, die im Diluvium zur theilweisen Vergletscherung des Landes führte.

Das pliocäne Gebiet des Tuzlaer Kreises gehört zu jenen Landstrichen, wo die Ertragsfähigkeit der Felder vorwiegend von deren Lage abhängt. Die aus den Congerienschichten hervorgegangenen Böden sind nämlich einestheils sandig, leicht und trocken, anderentheils lehmig, schwer und zur Nässe

neigend. In Thalungen, wo sich die Feuchtigkeit länger hält, sind die ersteren sehr fruchtbar, in den höheren offenen Lagen, namentlich in trockenen Jahren, steril. Umgekehrt geben die schweren Böden in hohen Lagen bessere Erträge als in Niederungen.

Die wichtigste nutzbare Lagerstätte des Pliocän ist die Braunkohlenablagerung, welche den mittleren Theil der zusammenhängenden Erstreckung der Congerienschichten einnimmt und ein Liegend-, ein Haupt- und stellenweise zwei Hangendflötze einschliesst, von welchen, wie schon erwähnt, das Hauptflötz bei Kreka nächst Dônja-Tuzla 18 *m* Mächtigkeit besitzt. Das dortige Kohlenwerk ist gegenwärtig das leistungsfähigste im Lande mit 2,500.000 *q* Jahresförderung. Die Kohle ist fast ausschliesslich ein Lignit von deutlicher Holztextur, schwarzbrauner Farbe und mattem Glanz, von verhältnissmässig hoher Heizkraft (bis 4500 Cal.) und ganz geringem Schwefelgehalt.

Von sonstigen nutzbaren Vorkommen seien erwähnt: die Quarzsande der unteren Congerienschichten, die sich zu gewissen technischen Zwecken, z. B. zur Glasfabrication, eignen würden; die Thone, welche bei Tuzla in ausgedehntem Maasse zur Ziegelerzeugung verwendet werden und sich, soweit sie feuerfest sind, auch in anderer Weise verwerthen liessen; die Erdbrandgesteine (ausgebrannten Letten), welche mit Vorliebe zur Strassenbeschotterung verwendet werden; die festen Liegendsandsteine, welche einen brauchbaren Werkstein abgeben würden.

Diluvium und Alluvium.

Die Oberflächengestaltung, welche Bosnien und die Hercegovina durch die mit der postpliocänen Faltung gepaarte und ihr später folgende allgemeine Hebung des Landes erhielt, hat in jüngster geologischer Zeit keine weiteren wesentlichen Aenderungen mehr erfahren als jene durch die Erosion. Diese erscheint in ihren Ergebnissen einmal bedeutend, einmal auffallend gering; denn Schotterfelder, wie z. B. jene der Spreča-,

Sarajevoer oder Mostarer Ebene, und Geröllmassen, wie jene rund um die Vratnica planina oder in der Senke zwischen der Čvrstnica und Vran planina, setzen eine beträchtliche Erosion voraus, während anderseits die schotterfreien Hochebenen und die aus nacktem Fels bestehenden, ungegliederten und von keinen oder nur geringfügigen Schuttsäumen umgebenen Berge, die man in Bosnien und in der Hercegovina so häufig antrifft, sozusagen eine Sistirung der Erosion zu beweisen scheinen.

Diese Gegensätze erklären sich jedoch daraus, dass die an Trümmerbildungen armen Hochflächen und Gipfel eben erst in jüngster Zeit ihre relative Hebung erfahren haben und während derselben der ältere Schutt von ihnen weggetragen wurde, wogegen die Schotterfelder Theile breiter alter Ausebnungsfurchen vorstellen, welche durch die diluvialen Hebungsvorgänge nicht nur Veränderungen ihrer relativen Lage erlitten, sondern theilweise auch verlegt und zu Ablagerungsbecken der Schuttmassen gemacht wurden. Manche davon sind später durch frisch gebildete Rinnsale den neu entstandenen Entwässerungssystemen des Landes wieder angegliedert worden, und zwar, wie der Vrbas, die Rama und die Narenta zeigen und wie wir es heute in den Vorbergen der Vratnica planina unmittelbar beobachten können, vielfach durch Wasserfälle, deren Rückschreiten die Gebirgsstufen, über welche sie abstürzten, durchsägt und die engen schluchtartigen Thäler der genannten Flüsse geschaffen hat. Die berühmten pittoresken Flussdéfilés Bosniens und der Hercegovina sind somit ganz jungen Ursprunges.

Ebenso jung ist die durch die relative Hebung des Landes über den Adriaspiegel geförderte unterirdische Entwässerung der Kalkgebirge und die damit zusammenhängende Verkarstung derselben. Die für den landschaftlichen Charakter, namentlich der Hercegovina und Westbosniens, so bezeichnenden Karsterscheinungen, die breitkarrige Zerwühltheit der Felsflächen, die Hunderttausende von Dolinen, die unterirdischen Höhlengänge mit ihren Schluck- und Speischlünden (Ponoren),

sowie die ausgedehnten Becken der Poljen sind quartärnärer Entstehung. Die Abschliessung der letzteren wurde zum Theil durch die eodiluviale Hebung und Faltung des Landes bedingt, wodurch vordem offene Thäler ihre obertägige Verbindung mit dem Meere einbüssten.

Die Aufschüttungsvorgänge waren im älteren Diluvium bedeutender als im jüngeren Quartär. Die verconglomerirten Schottermassen (diluvialen Conglomerate, Nagelfluh) am Mittel- und Unterlauf der Narenta bieten ein gutes Beispiel dafür. Die Terrassen, die sie in verschiedenen Höhenlagen bilden, sind wesentlich bewirkt einerseits durch das staffelförmige Gefälle und durch die pendelnde Erosion der ursprünglichen Wasserläufe, die grösser und transportfähiger waren als die heutigen Flüsse des Landes, anderseits aber vielleicht auch durch noch in jüngster Zeit nachwirkende Hebungen. Die letztere Möglichkeit ist insbesondere für die Beurtheilung der einschlägigen Verhältnisse in den Poljen von Wichtigkeit.

Eine nicht unwichtige Rolle in Bezug auf Beschaffenheit und Vertheilung der Diluvien spielt die einstmalige Vergletscherung Bosniens und der Hercegovina, deren Anzeichen als Erster richtig erkannt zu haben das Verdienst von J. Cvijić ist[1]). Er fand Gletscherspuren auf der Treskavica, Prenj und Čvrstnica planina, sowie in der Maglićgruppe an der montenegrinischen Grenze. Später entdeckte A. Penck[2]) Anzeichen einer Vergletscherung auf der Bjelašnica (Ballifkar; nach E. Richter eine ganze Reihe von Karen) und im Orjengebiete an der Bocche di Cattaro. Kurz darauf folgte der Nachweis von Gletscherspuren in der Vratnica planina, so dass die allgemeine eiszeitliche Vergletscherung der hohen Gebirge Bosniens und der Hercegovina als gesichert gelten muss.

---

[1]) Morphologische und glaciale Studien aus Bosnien, der Hercegovina und Montenegro. Abhandl. der k. k. geogr. Gesellsch., Wien 1900. Desgl. ГЛАС der serbischen Akademie, 57. Bd., 1899. — Auf die Gletscherspuren der Treskavica hatte Günther Beck von Mannagetta schon früher hingewiesen.

[2]) Die Eiszeit auf der Balkanhalbinsel. Globus, 78. Bd., 1900, pag. 133 ff.

Eine andere Frage ist es, ob etwa, wie in den Alpen, eine wiederholte Vergletscherung stattgefunden habe. Thatsächlich sind Anzeichen einer ausgedehnten älteren Vergletscherung des Landes vorhanden, deren Schneegrenze bis gegen 1000 *m* Seehöhe oder noch tiefer herabgereicht haben würde, während die jüngere beschränkte Vergletscherung ihre durchschnittliche Schneegrenze in beiläufig 1650 bis 1700 *m* Seehöhe hatte. Es



Abb. 12. Der Gletschersee Crno Jezero (Schwarzer See) im Treskavicagebirge. Die Kalkwände rundum gehören der Trias an. Die südöstliche Abdämmung im Vordergrunde ist theilweise durch eine Moräne bewirkt. Der See liegt zwischen dem Ljeljen und Iljaš in einem kleinen Kar in 1680 *m* Seehöhe.

fanden somit während des Diluviums in Bosnien und der Hercegovina zwei durch eine Interglacialzeit von einander getrennte Vereisungen statt, von welchen die erste ausgedehnt, die zweite verhältnissmässig gering war.

Die ausgedehnte erste Vereisung brachte die grossen, kälteliebenden Landthiere: Mammuth *(Elephas primigenius)* und

wollhaariges Rhinoceros *(Rhin. antiquitatis)* nach Bosnien oder doch an seine nördliche Gemarkung, wie die Funde von Ueberresten dieser Thiere theils am Rande der Saveebene (Bosn.-Dubica, Kobaš), theils im Saveschwemmland selbst (Bosn.-Brod) beweisen. Mit ihnen zusammen erscheinen *Bos primigenius, Bison priscus* und der Höhlenbär *(Ursus spelaeus)*, welcher letztere in Bosnien und der Hercegovina allgemein verbreitet war. Diese grossen Säuger gehören einem älteren Abschnitt der Diluvialzeit an. Auch die jüngeren Abschnitte derselben haben Ablagerungen und Reste hinterlassen, welche theilweise eingehender studirt worden sind (wie z. B. die Fauna der Pfahlbauten von Ripač bei Bihać durch J. N. Woldřich); allein die augenblickliche Gesammtkenntniss der faunistischen Beschaffenheit des Diluviums und älteren Alluviums in Bosnien und der Hercegovina, namentlich auch in Bezug auf das erste Auftreten des Menschen, ist doch noch zu lückenhaft, um einen zutreffenden Ueberblick zu ermöglichen.

Auch über die petrographische Entwicklung des Quartärs ist zur Zeit kein einheitlicher Ueberblick möglich, hauptsächlich deshalb, weil die Vertheilung der diluvialen und älteren alluvialen Ablagerungen im Lande sehr lückenhaft und ungleichmässig ist. Vielfach lässt sich eine Grenze zwischen Diluvium und Alluvium überhaupt nicht ziehen.

Zu den ältesten, wohl mit der ersten Vereisung zusammenhängenden Diluvialgebilden gehören die vorhin erwähnten, geschichteten Conglomerate (Nagelfluh) des Narenta- und Vrbasgebietes; jünger und wenigstens theilweise auf die zweite Vereisung zurückzuführen sind hochgelegene lose Schottermassen, wie z. B. in der Vratnica planina, wo sich ihr Zusammenhang mit kurzen Gehängegletschern in einigen Fällen erweisen lässt. Derselben Zeit etwa gehören die Schottermassen der grossen Flussebenen an, während die Thal- und Gehängeschotter zumeist alluvialen Ursprunges sind. Einen gewissen Anhalt zur Beurtheilung des Alters bietet die petrographische Beschaffenheit der Schotter: stimmt dieselbe mit den in der näheren Umgebung anstehenden Gesteinen überein, dann sind



Abb. 13. Diluviale Nagelfluh-Terrassen bei Jablanica an der Narenta.
Die Ebene im Vordergrunde ist die Oberfläche der unteren Terrasse, auf welcher das Hôtel (links) und der Bahnhof (rechts) stehen. Darüber erhebt sich die obere Terrasse mit der Kaserne. Im Hintergrunde links und in der Mitte: Trias- und Jura-Kalkgebirge; der bewaldete Bergrücken rechts: zum grössten Theil Gabbro.

die Accumulate gewöhnlich jungen Ursprunges; stammen die Gerölle aber wenigstens theilweise von entfernten Punkten, dann werden die bezüglichen Schotterbildungen in der Regel



Abb. 14. Alluviale Kalktuff-Ablagerungen bei Banja nächst Fojnica.

alt sein, namentlich wenn sie von den heutigen verschiedene Zufrachtungswege voraussetzen.

Quartäre Lehmablagerungen sind in Bosnien und der Hercegovina selten; sie beschränken sich auf locale und wenig aus-

gedehnte Zusammenschwemmungen und auf Höhlenlehm, welcher sich in den zahlreichen Höhlen der bosnischen und hercegovinischen Kalkgebirge, von denen zur Zeit nur die wenigsten nothdürftig bekannt sind, noch ständig bildet, aber mit seinen tiefsten Schichten bis in's Diluvium hineinreicht, wie die Knochenreste beweisen, die er zuweilen in grosser Fülle einschliesst.

Sehr verbreitet sind Kalksinterablagerungen, die ebenfalls zum Theil schon im Diluvium entstanden sind, vorwiegend aber dem jüngeren Quartär angehören und sich noch fortwährend absetzen. Die ausgedehntesten Ablagerungen sind jene von Jajce, Jezero und weiter aufwärts an der Pliva; die ähnlichen Bildungen an der Una; jene des Schiefergebirges südöstlich von Jajce; jene von Travnik; von Banja bei Fojnica; von Ilidže bei Sarajevo; von Banja bei Višegrad; von Čajnica u. s. w., u. s. w. Die drei vorletzt genannten und manche andere ähnliche Vorkommen sind Abscheidungen aus Thermalquellen, und auch sonst sind die Kalktuffe ganz vorzugsweise Quellenbildungen.

An Thermal- und anderweitigen Mineralquellen ist Bosnien ausserordentlich reich. E. Ludwig[1]) hat die Analysen von 32 Thermen, Schwefelquellen, Säuerlingen und Soolwässern veröffentlicht; aber es ist keine Uebertreibung, wenn die wirkliche Anzahl der Mineralquellen im Lande auf mindestens das Vierfache geschätzt wird. Sehr viele darunter, namentlich die Thermen und Säuerlinge, haben ihre Saison, in welcher sie entweder an bestimmten Tagen oder durch längere Zeit hindurch von Hunderten Personen besucht werden. Besonders die Türken halten sehr viel auf derlei jährliche Trink- und Badecuren. Die besuchtesten Mineralquellen auf dem Lande dürften die Säuerlinge: Kiseljak bei Visoko, Kiseljak an der Spreča, Kiseljak bei Dubnica (beide im Kreise Dônja-Tuzla), Slan kamen bei Čajnica und die Thermen: Gata bei Bihać, Slatina und Gornji-Šeher bei Banjaluka, Kulaši bei Dervent, Banja bei Fojnica, die Thermen von Olovo und die Banja bei Višegrad sein. Ilidže bei Sarajevo, mit seiner berühmten Schwefeltherme, ist ein comfortabler Bade-

---

[1]) Die Mineralquellen Bosniens. Becke's Mineral. und petrograph. Mittheil., Bd. X u. XI, 1890.



Abb. 15. Das Thermalbad Ilidže bei Sarajevo.
Die Parkanlagen auf der Diluvial- und Alluvialebene des Sarajevoer Feldes; die Berge im Hintergrunde: Trias.

ort geworden; die arsenhältige Guberquelle von Srebrenica liefert ein bewährtes Medicinalwasser; der kohlensäurereiche Eisensäuerlig von Kiseljak wird als Tafelwasser getrunken.

Die Diluvial- und Alluvialebenen in den Thalweitungen der Flüsse und theilweise auch in den Poljen Bosniens und der Hercegovina gehören zu den fruchtbarsten Landestheilen, die vorzugsweise dem Gartenbau, der Tabakzucht und dem Anbau von Halmfrucht und Zuckerrübe dienen.

Von den nutzbaren Lagerstätten des Quartär besitzen die Goldseifen historische Bedeutung, wenn sie auch gegenwärtig kaum mehr mit Nutzen ausgebeutet werden können und mehr Gewicht auf die Erschliessung der primären Berggold-Lagerstätten gelegt werden muss. Die ausgedehnten Waschhalden an zahlreichen Flüssen und Bächen des alten Schiefergebirges Mittelbosniens, namentlich an der Lepenica, Fojnička, Željeznica, an der Lašva und ihren Zuflüssen und Quellbächen, am Vrbas und an der Rama beweisen, wie intensiv die Goldsucherei in früheren Jahrhunderten hier betrieben wurde. Es ist gewiss von Interesse und nicht ohne Bedeutung, dass die erste Aufbereitung der goldhältigen Gesteine durch die Gletscher der Eiszeit bewirkt wurde.

Die goldführenden Diluvien enthalten local, wie z. B. in der Umgebung von Gornji-Vakuf, auch Geschiebe von Mangan- und Eisenerzen, welche zu gewinnen versucht worden ist. Die Hämatitgerölle werden vom Volke zu Arzneizwecken (Blutstein) gesucht.

Die groben Blöcke und Geschiebe der alten Goldwaschhalden werden vielfach als Bau-, Pflaster- und Schotterstein benützt, namentlich auf den Strassen bei Fojnica, im Lašvathale und bei Gornji-Vakuf. Im Komarčicathale wurden Tausende von Raummetern der Blöcke und Geschiebe des permischen Sandsteines aus den dortigen Seifenhalden beim Bau der Lašvathalbahn und der Strasse verwendet.

Einen seiner leichten Bearbeitungsfähigkeit, Trockenheit, schlechten Wärmeleitung, Porosität und geringen Gewichtes wegen sehr geschätzten ausgezeichneten Baustein liefern die

Kalktuffe, welche überall, wo sie vorkommen, zu Bauzwecken verwerthet werden, namentlich in Jajce, Travnik, Fojnica (Kloster), Vareš, Čajnica u. a. Von den jüngsten Anschwemmungen der Flüsse werden die Gerölle und Geschiebe als Schottermaterial und die Sande zu Bauzwecken vielfach gewonnen.

Tektonik.

Hierüber nur wenige Worte!

Aus den vorstehenden Darlegungen ergibt sich, dass Bosnien und die Hercegovina, als Ganzes genommen, zwei Mittelgebiete besitzen, um welche sich im geologischen Bilde des Landes die jüngeren Schichtensysteme anordnen.

Das eine ist das paläozoische Gebirge im Drinagebiete, welches nur ein Ausläufer des grossen paläozoischen und archäischen Gebirges Südserbiens vorstellt und von diesem nicht gesondert werden kann. Seine nordwestliche Fortsetzung streicht anscheinend entlang der Saveebene über die Motajica planina nach Kroatien fort.

Das zweite ist das paläozoische Schiefergebirge Mittelbosniens. An beide lagert sich rundum mantelförmig völlig concordant die Trias an, welche das allgemeine Grundgebirge vom Drina-Paläozoicum zum mittelbosnischen Schiefergebirge und von diesem westwärts bis zum Adriatischen Meere bildet. Paläozoicum und Trias verhalten sich in Bosnien einheitlich.

Das jüngere Mesozoicum ist lückenhaft entwickelt; sehr deutlich ist die Kreide- und Eocäntransgression. Vom Eocän bis zum Pliocän blieb nur der nordöstlichste Zipfel Bosniens vom Meere bedeckt, sonst war das ganze Land sammt der Hercegovina Festland bis in's jüngere Miocän, wo das nördliche Bosnien nicht infolge von Einbrüchen, sondern allmälig durch Faltung unter den Meeresspiegel untertauchte. Im allergrössten Theil des Landes fand daher seit dem Eocän keine Meeresbedeckung mehr statt; nur im Norden Bosniens folgte noch die jungmiocäne Transgression.

Die beiden paläozoischen Mittelgebiete des Landes entsprechen gewaltigen Auffaltungen, und auch die sonstige Tektonik wird vorzugsweise von der Faltung beeinflusst.

Die von Südost nach Nordwest streichende sogenannte dinarische Faltung, als die der jüngsten kraftvollen Bethätigung, herrscht in Bosnien und der Hercegovina vor. Sie kreuzt sich mit der südwest-nordöstlich streichenden taurischen oder albanesischen[1]) Faltung, welche als die ältere ziemlich verwischt und nur noch local ausgeprägt ist. Die durch die Interferenz dieser beiden Faltungsrichtungen erzeugten Spannungen finden in einem südnördlichen Kluftsystem ihren Ausgleich. Es sind dies dieselben Erscheinungen, welche in Mitteleuropa die hercynische und die rheinische Faltenrichtung aufweisen und welche überhaupt auf der ganzen nördlichen Halbkugel immer wiederkehren.

Die dinarischen Falten gehen von Nordwesten gegen Südosten fächerförmig auseinander, d. h. sie streichen im Westen des Landes mehr gegen Süd, im Norden mehr gegen Ost. Auch die sie begleitenden Längsbrüche verhalten sich in gleicher Weise, so dass Westbosnien mit der Hercegovina gewissermassen als selbstständig gefaltete Scholle Nord- und Ostbosnien gegenübersteht. Zukünftige Forschungen werden über diese Grundfrage der Tektonik des Landes Klarheit bringen.

In der Oberflächengestaltung tritt die dinarische Faltung im Gebirgsstreichen der Hercegovina deutlich hervor, wogegen in Bosnien die ostwestliche Gebirgsrichtung mehr zur Geltung kommt. Im grossen Ganzen wird der orographische Charakter durch die Tektonik hier jedoch minder auffällig beeinflusst, da insbesondere die ausgedehnten Abebnungsflächen der Plateaux unabhängig vom Schichtenbau über Sättel und Mulden gleichmässig hinwegziehen und auch die Thalfurchen nur zum kleinen Theil tektonischen Linien folgen.

---

[1]) Vergl. J. Cvijić: Die dinarisch-albanesische Scharung. Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch., Wien. Math.-nat. Cl. Bd. CX., 1901, pag. 437.

Die geologischen Verhältnisse

der einzelnen Abschnitte

der

aus Anlass des IX. internationalen Geologencongresses

im September 1903

veranstalteten

Excursion durch Bosnien und die Hercegovina.

Von Brčka über das Majevicagebirge nach Dônja-Tuzla.

Die ansehnliche Handelsstadt Brčka (mit mehr als 6000 Einwohnern) liegt inmitten der ausgedehnten Saveebene am südlichen Ufer des Flusses, welcher von der Vicinalbahn Vinkovce—Gunja—Brčka mittels einer 755 *m* langen Brücke übersetzt wird. Die Unterlage dieser Aufschüttungsebene gehört dem Tertiär an; hauptsächlich gebildet wird sie jedoch von anscheinend allgemein verbreiteten diluvialen Lehm- und theilweise auch Schotterablagerungen, deren Alter durch die darin auftretenden, oft prächtig erhaltenen Säugethierreste (Mammuth, Nashorn, Ur u. s. w.) gesichert erscheint.

Im Süden wird die Saveebene durch einen in blauer Ferne aufsteigenden, flachwelligen Höhenzug begrenzt: den Vorhügeln der Majevica. Mehr als eine Stunde lang fahren wir über die flurenbedeckte Ebene dieser Hügelreihe entgegen, und die Charakteristik Bosniens als Bergland scheint hier Lügen gestraft zu werden. Aber nur gemach! Sobald wir die Majevica erreicht haben, kommen wir auf der weiteren Tour durch Bosnien und die Hercegovina aus den Bergen fast gar nicht mehr heraus!

Die Strasse, welche allmälig ansteigend von Brčka zum Fusse der Majevica führt, gabelt sich beim Han Krampen (Pukiš), und zwei Strassen überqueren von da ab das Gebirge: die rechts abzweigende, alte, ist theilweise recht steil und weniger gut befahrbar als die links abzweigende, neue, welche gegenwärtig fast ausschliesslich dem Verkehre zwischen Brčka und Dônja-Tuzla dient. Auch wir benützen für unsere Tour diese

letztere Hauptstrasse, und nur wenn hinlänglich Zeit zur Verfügung stehen sollte, würde auf der alten Strasse bis gegen Sibošica gefahren werden, um auch diesen Theil des nördlichen Majevicagehänges kennen zu lernen.

Die waldreiche Majevica ist in orographischer Beziehung kein einfaches Kammgebirge, sondern eher rostförmig gebaut und namentlich in ihrem südöstlichen höchsten Theile sehr unregelmässig gegliedert. Immerhin besitzt das Gebirge eine hinlänglich ausgeprägte Hauptwasserscheide, welche von den Hochpunkten: Stolice (916 *m*) im östlichen, Nišanj (843 *m*) im mittleren und Okresanica (815 *m*) im westlichen Theile überragt wird und als Hauptkamm der Majevica bezeichnet werden kann. Der stark zerfurchte nördliche Abfall ist bedeutend flacher als der südliche, welcher zum grossen Theil einer tektonischen Bruchlinie entspricht, während der Gebirgsbau im Uebrigen von der Faltung beherrscht wird. Von der alten Strasse wird der Hauptkamm in 736, von der neuen in 505 *m* Seehöhe überschritten.

Das Gebirge[1]) gehört zum allergrössten Theile dem Eocän an; nur im mittleren Abschnitte des Hauptkammes kommen aufgepresste und zerstückelte Schollen von jüngeren Jurakalken und Kalkschiefern mit zahlreichen Aptychen und Crinoidenresten, sowie einzelnen Ammoniten, in Begleitung von Tuffsandsteinen in einer von Diabasen, Melaphyren, Peridotiten und Serpentinen vielfach durchbrochenen Zone zu Tage. Diesen Theil des Gebirges können wir jedoch ohne mehrtägiges Verweilen nicht besuchen, sondern müssen uns auf einer einzigen Tour quer über das Gebirge mit der Besichtigung einiger guter Aufschlüsse des Eocän und der jüngeren tertiären Bildungen begnügen. Es sind dies jene Ablagerungen, welche vorzugsweise unter der Bezeichnung „jüngerer Flysch“ verstanden werden.

---

[1]) Die ersten eingehenderen Mittheilungen über die Majevica und das Gebiet von Dônja-Tuzla verdanken wir C. M. Paul (Jahrb. der k. k. geolog. Reichsanst., 1879, pag. 759 ff.). — Ferner sei auf die bezüglichen Darlegungen E. Tietze's (Grundlinien etc., pag. 114 ff.) verwiesen.

Der allgemeine geologische Aufbau der Majevica, um dies zum leichteren Verständniss vorauszuschicken, ist der folgende:

An den stark aufgepressten, vorwiegend mitteleocänen Schichten des von Südost nach Nordwest streichenden Hauptkammes stösst auf der Südseite an einer Bruchlinie Altmiocän ab, auf welchem weiter gegen Südwesten das mit allen seinen Stufen entwickelte Jungtertiär aufliegt. Nach Nordosten wird das Mittel- und Obereocän des Hauptkammes ohne sichtliche Störung von oligocänen Schichten überlagert, welche eine breite Mulde ausfüllen. Die Nordbegrenzung dieser Mulde bildet abermals Eocän, welches nun bis zum Rande der Saveniederung anhält, wo es unter jungtertiäre und quartärnäre Gebilde untertaucht.

In der Richtung von Norden nach Süden das Gebirge überquerend, gelangen wir somit aus den jugendlichen Ablagerungen der Saveebene zunächst in die nördliche Eocänzone, dann in die oligocäne Auflagerung und, nachdem wir diese passirt haben, im Hauptkamme des Gebirges in die südliche — zweite — Eocänzone und zuletzt am Südabfall des Gebirges in das jüngere Tertiär des Tuzlaer Beckens. (Abb. 16.)

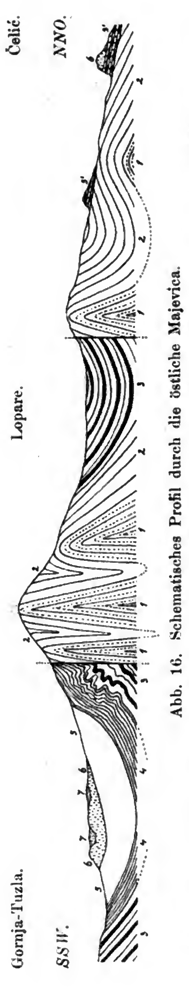


Abb. 16. Schematisches Profil durch die östliche Majevica.

1 Mitteleocän. 2 Obereocän. 3 Oligocän. 4 Untermiocän (Erste Mediterranstufe). 5 Obermiocän (Zweite Mediterranstufe). 5' Leythakalk. 6 Sarmatische Stufe. 7 Congerienstufe (Pliocän).

Von Brčka kommend, erreichen wir erst in der Nähe des Han Krampen etwas hügeliges Terrain, in welchem unter der diluvialen Decke hie und da sandige Thone mit einzelnen lettigschieferigen Einlagen hervorkommen, die nur selten ein flaches nördliches bis nordöstliches Einfallen erkennen lassen. Fossilien wurden darin bis jetzt nicht gefunden. Nach dem Zusammenhang mit petrographisch sehr ähnlichen Schichten, welche nördlich von Vražići sichere fossilienreiche sarmatische Mergel bedecken, gehören diese Gebilde jedoch der Basis der pontischen Congerienschichten an. Von den sie unterlagernden, an der Oberfläche bis in beträchtliche Tiefen zu gelbem, schmierigem Lehm aufgelösten sarmatischen Mergeln, welche namentlich um Ratković verbreitet sind, lassen sie sich nicht streng trennen, um so weniger, als einestheils die Aufschlüsse mangelhaft sind und anderentheils verschwemmte lehmige Zersetzungsproducte der eocänen Sandsteinunterlage vielfach die Sachlage compliciren. Würden wir jedoch auf der alten Strasse gegen Šibošica gehen können, dann hätten wir vielleicht Gelegenheit, einen Abstecher nach Vražići zu machen, wo die Verhältnisse klar liegen: Auf der nach Nordosten geneigten, über die Schichtenköpfe gefalteter jungeocäner Sandsteine hinziehenden Abrasionsfläche ruhen von lehmigen Eluvialbildungen des Eocän begleitete fossilienreiche Leythakalke, deren Schichten nordwärts einfallen und nach aufwärts regelmässig in sarmatische und local auch in pontische Ablagerungen übergehen.

Diese Transgression der mässig geneigten jungmiocänen Gebilde auf dem mehr weniger stark gefalteten abradirten Eocän ist am nördlichen Saum der Majevica, beziehungsweise am Südrande der Saveebene, eine ganz allgemeine Erscheinung, die in dem von Vražići über Velinoselo nach Nordwesten streichenden Leythakalkzuge besonders schön bei Maoća zu beobachten ist.

In die südöstliche Fortsetzung dieses Zuges fallen die Vorkommen des Oglavakberges bei Čelić und jene der Umgebung von Koraj, welche von unserer Haupttour nicht gar

zu weit abseits liegen, so dass vielleicht einer oder der andere dieser beiden Punkte besucht werden könnte.

Der Oglavak, westlich von Čelić, ist besonders interessant. Auf den mehrfach gestörten, im Ganzen hier jedoch nach Osten einfallenden Eocänschichten ruhen die transgredirenden Ablagerungen der zweiten Mediterranstufe, welche, soweit sie nicht unregelmässig in das Eocän eingesackt sind, ebenfalls unter geringen Winkeln nach Osten verflächen. Zu unterst liegen theils sandige, theils mergelige Kalksteine, die wohl dem Leythakalk zuzuzählen sind und ohne kenntliche Grenze nach oben in Bryozoenkalke übergehen, welche den Gipfel des Oglavak einnehmen. Diese Kalke gehören der sarmatischen Stufe an, worüber Herr Director Prof. Th. Fuchs die Güte hatte, die folgende instructive Auskunft zu ertheilen:

„Der Kalkstein ist ganz durchsetzt von *Eschara (Pleuropora) lapidosa* Pall. Es ist dies ein überaus eigenthümliches und charakteristisches Vorkommen, welches höchst bezeichnend ist für gewisse sarmatische Kalksteine, sogenannte Bryozoenriffe. Ueberdies wird das Gestein durchzogen von der ebenfalls sehr charakteristischen *Serpula gregalis* Eichw. und enthält Abdrücke von Cardien, die sehr wohl auf sarmatische Arten bezogen werden können. Ich erwähne noch, dass in Ostgalizien die sarmatischen Bryozoenriffe unmittelbar auf korallenreichen Leythakalken ruhen und mit diesen so sonderbar verquickt sind, dass man sie oft gar nicht trennen kann. Es hat bisweilen den Anschein, als ob Korallenkalk und sarmatischer Bryozoenkalk durcheinander geknetet worden wären. Trotzdem bleibt aber die Fauna ganz geschieden."

Durchaus ähnliche Verhältnisse scheinen auch am Oglavak vorzuliegen, jedoch sind die Aufschlüsse leider gerade in Bezug auf den Bryozoenkalk mangelhaft. In diesem Kalke kommen nebst den erwähnten Fossilien auch einzelne Schnecken vor; in sandig-mergeligen, sich ostwärts daran anschliessenden Schichten sind Cerithien verhältnissmässig selten, Cardien, zumal *Card. obsoletum* Eichw. und *Card. plicatum* Eichw., häufiger und Ostreen relativ am häufigsten. Insbesondere *Ostr. gingensis* Schloth. tritt

bankweise massenhaft auf. Alle diese Schichten gehören somit sicher der sarmatischen Stufe an.

Hingegen sind östlich von Čelić im Gebiete von Koraj Leythakalke mächtig entwickelt. Man erreicht sie am bequemsten auf der Strasse, die von Čelić nach Bjelina führt, wo man sie im Hangenden der oft zu sandigem Lehm aufgelösten eocänen Sandsteine und Schiefer zuerst beim *km* 29·5 im Bacheinschnitt und von da ab in den Strassenbiegungen gegen Koraj aufwärts in kleinen Schotterbrüchen gut aufgeschlossen antrifft. Es sind zumeist etwas sandige Nulliporenkalke, stellenweise voll von Versteinerungen, namentlich Lamellibranchiaten, darunter *Pecten latissimus* Brocc., *Pecten* cf. *aduncus* Eichw., *Pecten* sp., *Cardium* sp., *Lucina* sp. u. s. w., leider gewöhnlich nur in Steinkernen.

Die beiden Vorkommen der zweiten Mediterranstufe sind Erosionsreste einstmals im Zusammenhang gewesener Strandablagerungen des jungmiocänen Meeres, welche durch die breite Terraineinfurchung, in welcher gegenwärtig der Gnjicabach fliesst, von einander geschieden werden.

Aehnliche Miocänschollen finden sich auch weiter südlich vereinzelt vor, aber stets nur in vor der Abtragung geschützten Lagen oder auf der Höhe der Bergrücken. Da wir aber auf dem weiteren Wege sowohl gegen Šibošica als von Čelić Gnjica-aufwärts stets am Thalboden bleiben, bekommen wir von diesen Auflagerungen bis zum Kamme des Gebirges herauf nichts mehr zu sehen, sondern bewegen uns ständig in den älteren Schichten, und zwar zunächst mehrere Kilometer weit in der nördlichen Zone des Eocän.

Dieses besteht aus einer Wechselfolge von Schiefern und Sandsteinen vom gewöhnlichen Flyschhabitus. Die Sandsteine sind zumeist feinkörnig, mehr weniger glimmerreich, wobei sich die Glimmerblättchen auf den Schichtflächen mehr anhäufen als im sonstigen Gefüge. Sie sind frisch von grauer Farbe, verwittert bräunlich; das Bindemittel ist stets etwas kalkig, nicht selten ziemlich thonig. Fucoidenähnliche Wülste und Striemen sind auf den Schichtflächen häufige Erscheinungen.

Die Schichtenmächtigkeit der Sandsteine variirt zwischen einigen Centimetern und mehreren Decimetern; sie wird aber auch so gering, dass sich glimmeriger Sandsteinschiefer entwickelt. Die Schiefer sind in der Regel dunkler gefärbt bis schwarz, vorwiegend feinthonig, seltener mergelig mit zarten Glimmerblättchen. Sie sind das herrschende Gestein; die Sandsteine sind ihnen untergeordnet und bilden darin,



Abb. 17. Sandstein-Einschaltungen in den Schiefern des jüngeren Eocän im Strasseneinschnitt südlich von Čelić.

namentlich in den tieferen Horizonten, nur einzelne linsenförmige Einlagerungen, die nach aufwärts reichlicher und mächtiger werden, so dass dann in beschränkten Aufschlüssen der Sandstein manchmal allein entwickelt zu sein scheint. (Abb. 17.)

Ebenfalls der oberen Abtheilung gehören sandige Kalke und Grobkalke an, welche eigentlich nur eine kalkreiche, zum Theil gröber klastische Facies innerhalb der flyschartigen Schichtenreihe darstellen. Kalksteine korallinen Ursprunges

und Nummulitenkalke gehören gleich den sonstigen Foraminiferenkalken den tiefsten Stufen des Majevica-Eocän an und werden im centralen, am mächtigsten aufgestauchten Theile des Gebirges am häufigsten angetroffen. Uebrigens weisen alle Versteinerungen, welche bisher im Eocän der Majevica an verschiedenen Punkten gesammelt wurden, auf Mitteleocän hin. Die faunistischen Beziehungen zum Untereocän sind gering, und das obere Eocän, bestehend vorwiegend aus Schiefern, hat bis jetzt keine Fossilien geliefert.

Auf der alten Strasse in der Richtung gegen Šibošica erreicht man die ersten guten Aufschlüsse des Eocän im Thale des Šibošicaflusses unterhalb des Han Ševčice, sowie etwas weiter im Thaleinschnitt des Orahovicabaches, welchem entlang die Strasse nach Süden zieht. Man sieht hier deutlich die Schichten in eine doppelte Falte gelegt, wobei die im Ganzen vorherrschenden Schiefer mehr zusammengeknittert wurden als die zäheren und minder nachgiebigen Sandsteine, die vielfach bloss durch Querklüfte in Schollen zersprengt sind, welche nur um ein Geringes gegen einander verschoben zu sein pflegen; man sieht hier auch wiederholt sehr deutlich, dass die Sandsteine nur linsenförmige Einlagerungen innerhalb der Schiefer bilden und lediglich in beschränkten Aufschlüssen eine regelmässig durchgreifende Wechsellagerung vortäuschen. Aus den Sandsteinen entspringt am rechten Bachufer östlich vom Iglicarücken eine Salzquelle.

Von Interesse ist ein korallenreicher Kalkstock, welcher bei Dônja-Lukavica von der linken Seite bis nahe an den Orahovicabach herantritt und unter welchen die Sandsteine und Schiefer nach 15—16^{h} steil einschiessen. Er besitzt eine unregelmässig lenticuläre Gestalt und wird eingeschlossen von mergeligen Schichten, welche ihrerseits wieder durch Versandung in die gewöhnlichen Sandsteine übergehen. In ähnlicher Weise stellen sich auch die sonstigen Kalksteineinlagerungen im Majevica-Eocän als isolirte linsenförmige oder stockartige Massen dar; nur die sandigen Grobkalke besitzen ein ausgedehnteres streichendes Anhalten.

Aus dem Kalkstein, welcher von Dônja-Lukavica gegen Gornja-Lukavica heraufzieht, und aus den ihn theils unterlagernden, theils bedeckenden Mergeln sind durch Paul Oppenheim, welchem wir ein sehr wichtiges paläontologisches Werk über das Eocän Bosniens und der Hercegovina, sowie einiger benachbarter Gebiete verdanken [1]), die folgenden Fossilien bestimmt worden:

Cladocora (?) bosniaca Opph.
Astrocoenia spongilla Opph.
Astr. expansa d'Ach.
Gryphaea globosa Sow.
Cardita imbricata Lam.
Card. acuticostata Lam.
Natica (Ampullina) Vitellius Opph.
Cerithium subfunatum Opph.
Cer. pontificale Opph.
Cer. (Batillaria) Katzeri Opph.
Cer. (Gourmya) maccus Opph.

Die Fundstellen sind keineswegs vollständig ausgebeutet und dürften noch andere Arten liefern. Bei Dônja-Lukavica in der Nähe des Han findet man am häufigsten *Astrocoenia expansa* d'Ach., *Cladocora (?) bosniaca* Opph., *Gryphaea globosa* Sow. und *Cerithium Katzeri* Opph.; bei Gornja-Lukavica im Liegenden eines dünngebankten Miliolidenkalkes mit Carditen in sandig-mergeligen Schichten zahlreiche Cerithien, Ampullinen, Gryphäen, Korallen, worunter nicht selten *Astrocoenia spongilla* Opph. u. s. w.

Westlich von Lukavica, jenseits des Bergrückens im Thale des Šibošicaflusses und noch weiter westlich oberhalb des Dorfes Miladići sind im selben Eocänzuge überaus cerithienreiche Schichten aufgeschlossen, aus welchen durch Oppenheim bis jetzt die folgenden Arten bestimmt und beschrieben wurden:

Columnastraea Caillaudi Mich. (Miladići)
Gryphaea globosa Sow. (Šibošica und Miladići)
Natica (Ampullina) Vitellius Opph. (Šib.)
Nat. (Amp.) cf. *intermedia* Desh. (Mil.)
Nat. (Amp.) incompleta Zitt. (Šib.)
Melania Majevitzae Opph. (Šib.)
Melanopsis doroghensis Opph. (Šib., Mil.)

[1]) Ueber einige alttertiäre Faunen der österr.-ungar. Monarchie. Beitr. zur Paläont. und Geolog. Oesterreich-Ungarns und des Orients. Bd. XIII, 1901. (Mit 9 Tafeln und 7 Textabbildungen.)

Cerithium subfunatum Opph. (Šib., Mil.)
Cer. pontificale Opph. (Šib.)
Cer. subtiara Opph. (Šib.)
Cer. tapeti Opph. (Šib., Mil.)
Cer. (Batillaria) Katzeri Opph. (Šib., Mil.)
Cer. (Bat.) loparense Opph. (Šib., Mil.)
Cer. sp. (Šib.)
Syrum sp. (Šib.)

Da sich leider kaum die Zeit erübrigen lassen dürfte, um dieses Gebiet besuchen zu können, möge von einem näheren Eingehen auf die geologischen Verhältnisse desselben abgesehen werden.

Auf der neuen Strasse, auf welcher wir das Majevicagebirge überqueren wollen, finden sich die ersten Aufschlüsse des Eocän, — nämlich von grauen thonigen oder mergeligen Schiefern durchschossene glimmerige Sandsteine mit „Fucoiden“, darunter *Chondrites affinis*[1]) und Hieroglyphen, gleich in Čelić in der Nähe der Gendarmeriekaserne und im Einschnitt des Čelićer Baches. Weit schönere Schichtenentblössungen sieht man jedoch im Gnjicathale entlang der Strasse, so dass man hier alle oben erwähnten Erscheinungen der Gesteinsentfaltung, insbesondere die lenticuläre Form der Sandsteinlager im Schiefer, die wechselnde Beschaffenheit der Gesteine, die massige Entwicklung der Grobkalke, sowie die gefaltete Lagerung sehr klar beobachten kann. Bei Čelić fallen die vorherrschenden Sandsteine nach Osten und südlich vom Orte nach Nordosten ein; dann bilden die Schichten einen Sattel und verflächen nun nach Südwesten und ändern bei stets gleichbleibendem südost-nordwestlichem Streichen das Fallen bis zum Brusničkaflüsschen noch zweimal, so dass von Čelić bis Pirkovci, genau so wie es die Aufschlüsse im Orahovicathal ebenfalls gezeigt haben, das Eocän in eine doppelte Falte — mit drei Sätteln und drei Mulden — zusammengeschoben erscheint.

Bei Pirkovci erreichen wir die Grenze des Eocän und nahe derselben einen der interessantesten Aufschlüsse. Die Schiefer- und Sandsteinschichten verflächen hier mässig steil nach Südosten (14^h im Mittel); vorerst herrschen Schiefer vor,

[1]) Th. Fuchs, Annalen des k. k. Hofmuseums, Wien, V, 1890, Not. pag. 87.

in welchen die Sandsteine einzelne Linsen bilden, dann werden die Thonschiefer mehr und mehr durch schieferige Sandsteine verdrängt, welche von glimmerigen Schiefern nur in untergeordneter Weise durchschossen werden. Einige Lagen dieser Schiefer enthalten nebst verkohlten Pflanzenresten (Stängelstücken und Blattfetzen), Wurmröhren, grosse Fischschuppen und Zweischaler (*Modiola* sp.). Ueber ihnen liegen graue, glimmerige, braun verwitternde Sandsteine, in welche mehrere mächtige, ungeschichtete Massen von sandigem Grobkalk eingeschlossen sind. Darüber folgen wieder Sandsteine, die zum Theil eine röthliche Farbe besitzen und nach oben in grobe Conglomerate übergehen, welche den Eindruck machen, als wenn sie durch Abrollung von Sandsteinblöcken, durch Wellenschlag und Einbettung der Blöcke und Gerölle in sandigen Thon secundär entstanden wären. Diese groben Conglomerate, deren Gerölle zumeist zwischen 1 und 5 *dm* im Durchmesser besitzen, fallen steiler als die übrigen Schichten nach Südosten ein und bilden in dem Profil des Gnjicathales eine markante Grenze gegenüber den an ihnen abstossenden rothen sandigen Thonen des jüngeren Oligocän.

Die erwähnten Grobkalke sind nesterweise voll Fossilien, welche in der citirten vortrefflichen Arbeit P. Oppenheim's mit dem Fundort „Lopare“ bezeichnet wurden, weil das Vorkommen von Lopare aus am bequemsten zu erreichen ist. Das ganze Gestein wird durchzogen von verzweigten, federkiel- bis fingerdicken, wurmröhrenartigen Gebilden und ist durchsetzt von verkohltem Pflanzendetritus, darunter auch einzelnen grösseren Blattfetzen und Zweigen. Von den thierischen Resten sind am häufigsten die Cerithien, Ampullinen, Modiolen, Carditen und Lucinen. Korallen sind selten, Nummuliten wurden bis jetzt nicht gefunden. Die von Oppenheim beschriebenen Arten sind die folgenden:

Spondylus asperulus Münst.
Modiola corrugata Brong.
Modiolaria cf. *sulcata* Lam.
Arca Ristorii Vin.
Ar. scabrosa Nyst.
Loparia Katzeri Opph.
Cardita imbricata Lam.
Crassatella plumbea Chemn.

Crassatella dilatata Desh.	*Natica (Ampullina) Vulcani* Brong.
Lucina hermanvillensis Desh.	*Nat. incompleta* Zitt.
Trochus subnovatus Bayan.	*Nat. Passinii* Bayan.
Turbo sp. aff. *Tittoni* de Bast.	*Cerithium subtiara* Opph.
Teinostoma vicentinum Opph.	*Cer. Kittli* Opph.
Velates Schmidelianus Chem.	*Cer. bosniacum* Opph.
Calyptraea aperta Sol.	*Cer. (Batillaria) loparense* Opph.
Hipponyx striatus Men.	*Cer. (Gourmya) maccus* Opph.

Dazu kommen noch *Pecten* sp., *Porites* sp., *Astrocoenia* sp. und manche andere.

Der harte Grobkalk bildet im Terrain einen Vorsprung, um welchen sich die Strasse herumwindet; jenseits desselben weitet sich das Gnjicathal aus, entsprechend der weicheren und leichter erodirbaren Beschaffenheit der Gesteine des Oligocän, in dessen Bereich wir nunmehr eintreten.

Von Pirkovci über Han Mačkovac bis Lopare sind die Aufschlüsse entlang der Strasse wenig günstig. Unmittelbar an die erwähnten groben Conglomerate stossen rothe sandige Lehme an, ein Zersetzungsproduct von kalkig-thonigen Sandsteinen, die von lettigen Schichten und Conglomeratbänken durchschossen werden, oft auch Mergelkalkbänke einschliessen und der obersten Stufe des Majevica-Oligocän entsprechen. Wir treffen dieselben Schichten in mächtiger Entwicklung und besser aufgeschlossen auf der Südseite des Gebirges wieder.

Unterlagert werden sie von einem mächtigen System von Schiefern und Sandsteinen vom petrographischen Habitus der sogenannten charakteristischen Flyschgesteine. Die Sandsteine sind durchwegs kalkig, mehr weniger glimmerig, theils wohlgebankt, theils dünnschichtig bis schieferig, meist grau, jedoch auch grün und röthlich gefärbt, durch Verwitterung gelb oder braun werdend. Die meisten enthalten Beimengungen von kohligen Partikelchen und zeigen sehr häufig auf den Schichtflächen Wellenfurchen, Gesteinsrippen und Regentropfeneindrücke. Die Schiefer sind gewöhnlich von schwarzgrüner oder graugrüner Farbe, seltener roth, violett oder erbsengrün. Sie bestehen zum grössten Theile aus sehr fein geschlämmtem Material und sind zuweilen vollständig kalkfrei, in der Regel

aber etwas mergelig. Eine bemerkenswerthe Abart der kalkfreien thonigen Schiefer sind jene, in welchen lagenweise angehäuft kleine Gypskügelchen auftreten, die das Gestein auf Schicht- und Spaltflächen weiss punktirt erscheinen lassen. Es sind offenbar dieselben, welcher schon E. Tietze[1]) von Lopare als eines der auffälligsten Gesteine, welche ihm in Bosnien begegnet sind, gedenkt. Sie sind am mächtigsten im Gebiete des Dolovski potok, etwa eine Viertelstunde oberhalb Lopare, entwickelt. In der Liegendpartie des Schiefercomplexes stellen sich häufiger als sonst Mergel- und Mergelkalk-Einlagerungen ein, wodurch bei dem engen Zusammenhang und allmäligen Uebergang vom Eocän zum Oligocän ein brauchbarer Anhalt zur gegenseitigen Abgrenzung der beiden Formationen geboten ist.

Zwischen die liegende Schichtengruppe der Schiefer, Mergelkalke und Sandsteine und die hangende Schichtengruppe der mürben Sandsteine, Conglomerate und Mergel des Oligocän schiebt sich, jedoch mit sehr wechselnder Mächtigkeit und mehrfachen Unterbrechungen, eine Kalkstufe ein, bestehend aus theils mergeligen, theils körnigen, stets hell, weissgrau oder gelb gefärbten, plattigen bis schieferigen Kalken, die nicht selten den Habitus dünnschichtiger Süsswasserkalke besitzen und mit diesen, in Bosnien so weit verbreiteten terrestrischen Bildungen in der That annähernd zu parallelisiren wären. Nächst Lopare treffen wir sie insbesondere beim Ristin han aufgeschlossen, jedoch in gestörter Lagerung, indem sie vornehmlich nach Osten und Südosten, also scheinbar unter die älteren Sandsteine, Schiefer und Mergelkalke der Ciganska stiena einfallen. Viel continuirlicher ist diese Stufe südlich vom Majevica-Hauptkamm entwickelt, jedoch weder hier noch dort hat sie bis jetzt eine bezeichnende Fauna geliefert. Ausser undeutlichen Gastropoden-Steinkernen, Fischschuppen, stängelartigen Gebilden und Pflanzenfetzen wurden darin deutbare Versteinerungen noch nicht gefunden.

---

[1]) Grundlinien etc., pag. 123.

Von Pirkovci bis Mačkovac fallen die Oligocänschichten nach Südwesten, von dort ab jedoch nach Nordosten ein, so dass Lopare nahezu in der Mitte der oligocänen Faltenmulde gelegen ist. Die gelbweissen Plattenkalke beim Ristin han gehören zur Gänze dem Südwestflügel an, und je weiter nach Süden wir vorschreiten, in desto ältere Horizonte der gegen uns einfallenden Schichten gelangen wir. Ziemlich genau beim Strasseneinräumerhaus, dort, wo der schärfere Aufstieg der Strasse zum Hauptgrat des Gebirges beginnt, haben wir die untere Grenze des ganz allmälig in das Eocän übergehenden Oligocän erreicht. Die von da ab folgenden Schichten bis unmittelbar zum Sattel herauf gehören der südlichen — zweiten — Zone des Majevica-Eocän an.

Diese ist viel stärker zusammengestaucht als die nördliche Zone und die Schichtenstellung daher steiler, ja sehr häufig kopfständig. In petrographischer Beziehung entsprechen die Gesteine im grossen Ganzen jenen der nördlichen Zone, jedoch gesellen sich hier noch quarzitische Sandsteine und Conglomerate, sowie Schwarzkohlen dazu.

In der Nähe des Einräumerhauses fallen die Schichten nach Nordosten steil ein. Es sind graugrüne bis dunkelgrüne Mergelschiefer, durchschossen von Sandsteinschichten. Die Sandsteinbänke nehmen, nachdem das Verflächen nach Süden umgeschlagen hat, an Zahl und Mächtigkeit zu, und insbesondere dort, wo die umgelegte Strasse vom linken auf das rechte Ufer des Sioski potok übersetzt, herrschen glimmerreiche, bituminöse, dunkelgraue bis schwärzliche Kalksandsteine, deren Schichtenflächen mit verkohltem Pflanzendetritus bedeckt zu sein pflegen, vor. Zwischen ihre schieferig spaltbaren dicken Bänke sind hier auf einer kurzen Strecke nicht weniger als 13 Kohlenschmitze und Flötze eingeschichtet, von welchen eines mit den begleitenden Kohlenschiefern nahe an 1 *m* Mächtigkeit erreicht. Der hier gegen 50° betragende Einfallwinkel wird weiterhin steiler und an einer etwas aufwärts in der Kazan šuma hervortretenden Aufwölbung von zähem Quarzsandstein und Conglomerat kopfständig. Dieses theil-

weise recht grobkörnige Conglomerat, bestehend aus Geröllen von verschiedenen Quarzabarten, Jaspis, Kieselschiefer, Phyllit, Grünsteinen etc. mit wenig thonig-kieseligem Bindemittel, ist nur local entwickelt. Einige Hundert Schritt weiter südlich tritt eine zweite, sattelförmig aufgestauchte Sandsteinmasse hervor, und zwischen beiden sind alle Schichten, die hier mehrere Kohlenflötze einschliessen, fast kopfständig aufgerichtet. Die äusserst steile Schichtenstellung hält von da ab gegen den Kamm, beziehungsweise gegen das Dorf Konjikovići herauf, ziemlich lang an, wobei jedoch das Verflächen fortwährend zwischen nordöstlicher und südwestlicher Richtung wechselt, weil die Schichten in mehrere stehende Falten zusammengestaucht sind. Dadurch wird natürlich auch ein rascher Gesteinswechsel bedingt, indem die dicht gedrängten isoklinalen Falten eine scheinbare oftmalige Wechsellagerung der verschiedenen Gesteine bewirken, während es sich doch nur um Wiederholungen infolge der Faltung handelt. (Abb. 16.)

Aus dem Vergleich mit der Schichtenfolge in den weiter westlich mehr geöffneten Falten geht hervor, dass das älteste Schichtenglied Mergelschiefer mit Kalklinsen sind, welche Milioliden und *Alveolina (Borelis)* cf. *longa* Cžjž., sowie theilweise reichlich auch Cardien führen, deren nähere Bestimmung noch aussteht (erinnernd an *Card. obliquum* Lam.). Darüber folgen olivengrüne oder blaugraue, gelb verwitternde Mergelschiefer und Mergelkalke, welche die mächtigsten Schwarzkohlenflötze dieses Gebietes einschliessen, in deren Nähe sie durch bituminöse Beimengungen braun bis schwarz gefärbt erscheinen. Diese Mergelgesteine enthalten bankweise eine grosse Menge von Versteinerungen, von welchen einige schon A. Bittner[1]) und E. Kittl[2]) vorlagen. P. Oppenheim (l. c.) bestimmte aus diesen Schichten, welche, ausser entlang der Strasse, namentlich auch im Einriss des Duboki und Bara potok, sowie in den westlicher gelegenen Gräben des Vesel-

---

[1]) Verhandl. der k. k. geolog. Reichsanst., 1895, pag. 197.

[2]) Annalen des k. k. Hofmuseums, 1897, Not. pag. 71.

novacbaches und seiner Zuflüsse: Gajić, Modrušnica, Ploča etc., vortrefflich aufgeschlossen sind, die folgenden Arten:

Modiola corrugata Brong.
Chama bosniaca Opph.
Chama tuzlana Opph.
Lucina saxorum Lam.
Cytherea dabricensis Opph.
Natica (Ampullina) Vulcani Brong.
Melanatria Cuvieri Desh.
Melanatria sp.
Cerithium subfunatum Opph.
Cer. imperiale Opph.
Cer. (Bittium) plaga Opph.
Cer. (Bellardia) delphinus Opph.
Cer. Bassanii Opph.

Die erstgenannten Zweischaler sind namentlich in einem grauen Mergelkalk, welcher im Duboki potok seit Jahren zu Schotterzwecken gebrochen wird, überaus häufig, so dass diese Arten noch unlängst zu Hunderten im Strassenschotter aufgelesen werden konnten. Die Melanatrien und Cerithien sind hauptsächlich in den die Kohlen begleitenden Schichten concentrirt[1]). Diese Schichten stimmen im Alter und in der Beschaffenheit mit den Cerithienbänken von Šibošica überein.

Erst über ihnen folgen in sandig-lettige Schiefer eingeschlossene dunkelgraue bis schwärzlichgrüne, braun verwitternde Kalkbänke, die stellenweise sehr reich an Bruchstücken von Gryphäen- und Ostreenschalen, sowie an Cerithien sind und den sandigen Kalken von Lopare-Pirkovci entsprechen. Nach aufwärts schliessen sich daran von Sandsteinstraten durchschossene, theils dunkel graugrüne, thonige, theils feinsandig-glimmerige, an Pflanzendetritus reiche, rostbraun verwitternde, nicht kalkige Schiefer an, deren einzelne Schichten ganz mit Abdrücken von *Modiola corrugata* Brongn. erfüllt sind.

Mit diesen auf dem Kopf stehenden Schichten unmittelbar unter dem Sattel, in der Nähe des Površine-Forsthauses beim Medin han schliesst der südliche Eocänzug der Majevica unvermittelt ab. Er wird durch eine Bruchfläche, an welcher eine bedeutende Abgleitung der jüngeren tertiären Schichten stattgefunden hat, abgeschnitten.

---

[1]) Als Seltenheit kommen auch Fischzähne *(Lamna?)*, Schuppen und Knochenfragmente vor.

Die Kohlen, welche in dem besprochenen Eocänzug so häufig angetroffen werden, sind Schwarzkohlen, welche heisse Kalilauge nicht färben, eine hohe Heizkraft von rund 6000 Cal. und bedeutende Backfähigkeit besitzen, leider jedoch auch einen ziemlich hohen Schwefelgehalt. Da ausserdem die Flötzmächtigkeit der reinen Kohle selten 50 *cm* übersteigt, haben die vor Jahren eingeleiteten Abbauversuche zu keinem so günstigen Resultate geführt, um bei dem sonstigen grossen Reichthum Bosniens an vorzüglichen Mineralkohlen fortgesetzt zu werden. Die Anzeichen und Ueberreste der seit längerer Zeit aufgelassenen Schürfungen sind an mehreren Punkten ersichtlich. Bemerkenswerth ist, dass namentlich in den von Alveolinenmergeln durchsetzten Schichten auch Ausschwitzungen von Erdöl stattfinden. Es ist dies derselbe Eocänhorizont, in dessen südöstlicher Fortsetzung bei Rožanj ein Petroleumvorkommen liegt und welcher auch im nordwestlichen Theile des Majevicagebirges Erdöl führt.

Die Schichten, welche an der erwähnten Bruchfläche mit dem Eocän zusammenstossen, gehören dem obersten Oligocän, beziehungsweise untersten Miocän an. Ausser kleinen Foraminiferen und fucoidenartigen Abdrücken wurden darin bis jetzt keine Fossilien gefunden. Ihre Abgleitung an dem kopfständigen Mitteleocän ist mit einer allerdings nur local entwickelten Zusammenknitterung der Schichten verbunden, wie wir sie in seltener Schönheit in einem Steinbruch knapp unter der Strasse im Einschnitt des Sioski potok wahrnehmen können. (Abb. 18.) Das prächtige Bild dieser weitgehenden Faltung hat in der letzten Zeit durch den fortschreitenden Steinbruchbetrieb Einbusse erlitten.

An anderen Stellen entlang der Bruchlinie sind die Schichten des abgeglittenen Flügels steil aufgerichtet, häufig zersprengt und verquarzt oder reichlich mit Eisenkies imprägnirt. Schichten dieser Art stehen unmittelbar südlich vom Medin han in der Strassenwindung an. Wir befinden uns hier an der unteren Grenze des Miocän, mit welchem das am Südabfall der Majevica, beziehungsweise im Gebiete von Dônja-Tuzla weit ver-

breitete jüngere Tertiär beginnt, welches sich wie folgt gliedert:

1. Die tiefste Stufe des Miocän besteht aus dunkelgrauen, feinglimmerigen, von grauen Mergelkalklagen durch-

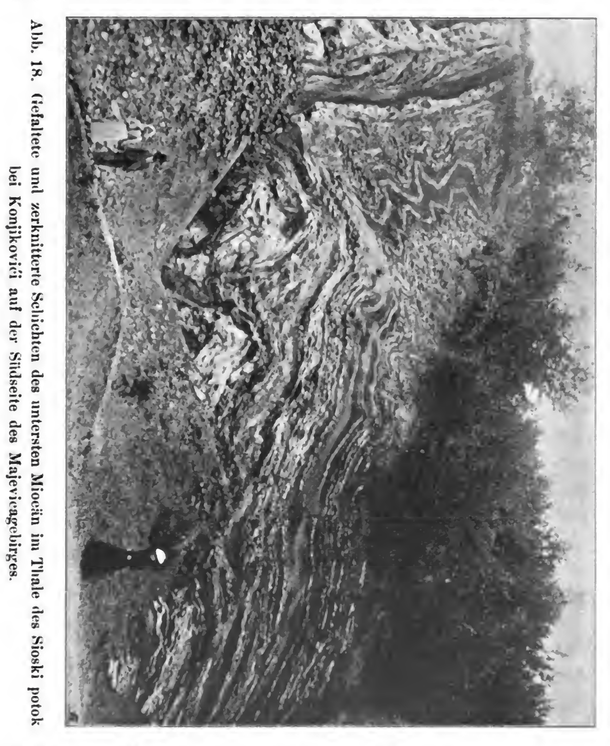


Abb. 18. Gefaltete und zerknitterte Schichten des untersten Miocän im Thale des Sioski potok bei Konjikovići auf der Südseite des Majevicagebirges.

schossenen Mergelschiefern, über welchen grüngraue oder bunte, parallel zur Schichtung zart gestreifte Mergelschiefer liegen, welchen einzelne wenig mächtige gelbe Kalkbänke eingeschichtet sind. Die Streifung der Schiefer des oberen

Haupttheiles der Stufe wird theils durch den in dünnen Lagen abwechselnd grösseren Thon- und Kalkgehalt, theils durch lagenweise Anhäufungen winziger Foraminiferen bewirkt. Die Mächtigkeit dieser Stufe, welche der salzführende Horizont von Tuzla ist, beträgt mindestens 300 *m*. Sie liegt den blaugrauen und rothen, Linsen und Knauer weisser Mergel einschliessenden kalkigen Letten und Thonen, beziehungsweise den rothen, von Mergelschiefern durchsetzten Sandsteinen und Conglomeraten des oberen Oligocän ohne sichtliche Störung auf.

2. Ueber dieser Stufe der gestreiften Schiefer folgt eine in der Mächtigkeit variable, einige Meter jedoch nirgends übersteigende und stellenweise ganz verdrückte Bank von wohlgeschichteten bis schieferigen, gelbweissen, oft mergeligen Plattenkalken, die gewöhnlich eine gelblichweisse Farbe besitzen und häufig an der Oberfläche versintert sind.

3. Auf diesen liegt dann eine 200 bis 300 *m* mächtige Schichtenreihe von lichtgrauen, gelblich verwitternden feinsandig-glimmerigen Mergeln vom Aussehen des typischen sogenannten Schlier und auch mit den charakteristischen Fossilien desselben [1], insbesondere:

Solenomya Doderleini Mey.
Tellina cf. *ottnangensis* Hoern.
Leda sp.
Chenopus cf. *pes pelecani* Phil.
Chenopus alatus Eichw.
Natica cf. *helicina* Brocc.
Ringicula buccinea Desh.,

sowie Spatangiden- und Krebsresten und stellenweise zahlreichen Foraminiferen.

Diese drei Abtheilungen des unteren Miocän entsprechen der ersten Mediterranstufe des Wiener Beckens.

Darüber folgt nun eine mächtige Schichtenreihe petrographisch sehr verschiedenartiger, aber durch manche übereinstimmende Faunenelemente mit einander verbundener und sich gegenseitig vertretender Ablagerungen. Es sind

4. hellgraue sandige Tegel;

[1] Vergl. Th. Fuchs, Annalen des k. k. Hofmuseums, V, 1890, Not. pag. 86. — A. Bittner, Verhandl. der k. k. geolog. Reichsanst., 1892, pag. 180.

5. kalkig-thonige, zum Theil schieferige Sandsteine, Serpentin- und Grünsteinconglomerate, sowie

6. echte Leythakalke.

Alle diese Schichten sind durch eine reiche, besonders in den Conglomeraten nesterweise in erstaunlicher Fülle angehäufte Fauna ausgezeichnet, welche keinen Zweifel darüber lässt, dass sie die zweite Mediterranstufe, einschliesslich der Grunder Schichten des Wiener Beckens, repräsentiren.

Weiter aufwärts folgen, wo die Entwicklung eine vollständige ist:

7. graue bis schwarze, braun verwitternde plattige Kalksandsteine und Mergelschiefer, die häufig sehr reich an Fischresten und hochbituminös sind[1]);

8. thonige mürbe Sandsteine, durchschossen von einzelnen Conglomeratbänken und von Mergelschiefern, local in weisse Mergel übergehend, die hie und da reich an Pflanzenresten, zuweilen auch an Fischschuppen sind;

9. sandige Tegel, meist eisenschüssig, gewöhnlich mit reicher typisch sarmatischer Fauna und mit Pflanzenresten;

10. cerithienreiche Kalksandsteine und Roggenkalke.

Auch diese vier Unterabtheilungen, welche der sarmatischen Stufe angehören, sind mehr faciell als dem Alter nach verschieden.

Nun folgen als Abschluss der tertiären Ablagerungen des Gebietes Congerienschichten der pontischen Stufe mit reicher Kohlenführung. Abgesehen von der Gliederung im Einzelnen, können im Grossen drei Abtheilungen unterschieden werden:

11. untere Congerienschichten, bestehend aus schütteren Conglomeraten, Sandsteinen, Sanden, Thonen und Letten;

12. Braunkohlenflötze (Lignit) mit lettigen Zwischenmitteln, welche am Ausbiss meist roth gebrannt, zuweilen auch schlackig geflossen sind;

---

[1]) Sie entsprechen nach einer gefälligen Mittheilung des Herrn Prof. Dr. K. Gorjanović-Kramberger genau den Fischschiefern von Dolje bei Podsused und Radoboj in Kroatien.

13. obere Congerienschichten: Sandsteine und Sande, Letten und fette Thone.

Hiemit schliesst das Tertiär des Gebietes ab. Was darüber liegt, sind nur einzelne beschränkte Partien von horizontal gelagerten, jüngeren diluvialen Schottern mit viel erdigen Beimengungen oder recente Bildungen.

Bemerkt sei, dass im Südabfall der Majevica sowohl als im entfernteren Gebiete von Dônja-Tuzla die Congerienschichten mit der sarmatischen Stufe so enge verbunden sind, dass sich mancherorts die Annahme eher eines Neben- als eines Uebereinander der Entwicklung der beiden Stufen aufdrängt, und zwar so, dass die Congerienschichten lediglich Dünenbildungen am Rande des sarmatischen Beckens vorzustellen scheinen[1]). In diesem Falle liesse es sich freilich kaum begründen, die übliche Zeitgrenze zwischen Miocän und Pliocän zwischen den beiden Stufen hindurchgehen zu lassen.

Unsere Tour fortsetzend, erreichen wir kurz oberhalb des Medin han den höchsten Punkt der Strasse, welche sich von dort in breiter Entfaltung gegen das Požarnica- und Jalathal herabwindet. Ein Faltengewölbe lässt die rothen thonig-sandigen Schichten des jüngsten Oligocän auf eine ziemliche Strecke zu Tage kommen. Der nach Südwesten verflächende Theil dieser Stufe hat seinen nach Nordost einfallenden Gegenflügel in Gornja-Tuzla, und die dadurch gebildete Faltenmulde wird von miocänen Schichten ausgefüllt. Von diesen verquert die Strasse aber nur am Rande der Mulde die drei tiefsten Stufen (1, 2 und 3 der obigen Reihenfolge), insbesondere, ausser den gestreiften Schiefern, die Schliermergel, welche hier nur sehr wenig Fossilien einschliessen. In nordwestlicher Richtung verjüngt sich jedoch die Miocänmulde, und über dem Schlier liegen dort auch Schichten der zweiten Mediterranstufe (5) und in grosser Mächtigkeit entwickelte sarmatische Ablagerungen (7 und 8. Vergl. Abb. 16 auf S. 67).

[1]) Diesbezüglich nicht ohne Bedeutung ist das gelegentliche Vorkommen von in der Kohle eingeschlossenen Facettengeschieben.

Von Gornja-Tuzla ab, einem grösseren türkischen Orte, wo sich in früheren Zeiten die Salzgewinnung Bosniens concentrirt hatte (Tuz, türkisch = Salz), sehen wir entlang der Strasse thalabwärts beständig nur die gegen uns nach Nordosten einfallenden rothen sandig-thonigen Schichten des oberen Oligocän anstehen. Erst an der Vereinigung des nordsüdlichen Jalathales mit dem ostwestlichen Požarnicathal in der Nähe der Abzweigung der Zvorniker Strasse treten im Liegenden dieser rothen Schichten die hellen Plattenkalke und unter diesen dieselben Schiefer und Sandsteine des unteren Oligocän hervor, welche wir auf der Nordseite der Majevica zwischen Pirkovci und dem Einräumerhaus bei Lopare kennen gelernt haben. Jedoch sind hier bei Siminhan, wo sich die eine der beiden landesärarischen Salinen Bosniens (Franz Josef-Saline) befindet, die Aufschlüsse viel besser.

Die Strasse (und Flügelbahn) zieht am rechten Jalaufer hin, und man sieht sehr deutlich, dass die Schichten, welche hier nach Nordwesten einfallen, am jenseitigen linken Ufer in entgegengesetzter Richtung nach Südosten einschiessen, so dass das Jalathal in diesem Theile ein Scheitelthal (Antiklinalthal) ist. Auf der linken Thalseite sind nur die jüngsten Oligocänschichten offen; auf der rechten kommen sie über den älteren Bildungen erst unter Kolovrat bis an die Strasse herab und zeigen sehr schön den Zusammenhang von Schiefern, Sandsteinen und mürben Conglomeraten, welche grosse Linsen in den übrigen Schichten bilden und Spuren von Lithothamnien, sowie Gereibsel von Muschelschalen enthalten, aber bestimmbare Fossilien bisher nicht geliefert haben. Nahe der Sattellinie der Schichtenantiklinale entspringt unweit vom Mitrov han in der Jalaebene eine Schwefelquelle, und etwas weiter südlich am linken Ufer des Flusses bestehen bemerkenswerthe Gasquellen.

In der Nähe des genannten Mitrov han sieht man im rechten Thalgelände die zum Theil lebhaft rothen, lehmig zersetzten oberoligocänen Schichten gleichmässig unter die gestreiften Schiefer des Miocän einfallen, und auch ein ehemals

beim Josefsthaler Kloster vorgetriebener Stollen hat keine Discordanz zwischen den beiden Schichtenabtheilungen erschlossen[1]). Im unteren Solinathal, welches wir alsbald überqueren, stehen nur Miocänschichten an, und zwar besteht die Lehne, welche das Garnisonsspital trägt, aus gestreiften Schiefern (1), die von Mergelkalken (2) und schliesslich von Schlierschichten (3) regelmässig überlagert werden, welche auch den Untergrund des ganzen nördlichen Theiles von Dônja-Tuzla bilden.

Diese letztere hübsche und lebhafte Kreisstadt liegt am Nordostrande einer ausgedehnten jungtertiären Ablagerung, welche sich nach Nordwesten weit ausbreitet, im Südosten aber, vermöge der tiefen Einsenkung zwischen die älteren Tertiärschichten der Majevica im Norden und das Kladanjer Kalk- und Serpentingebirge im Süden, in zwei langgestreckte Mulden zusammengefaltet ist, die durch einen verhältnissmässig schmalen Sattel von einander geschieden werden. Der Kern der Zusammenfaltung wird von pontischen Congerienschichten eingenommen, die nach aussenhin von sarmatischen Schichten und von Ablagerungen der zweiten Mediterranstufe umrandet werden, welche sich im Norden bis fast zum Kamm der Majevica heraufziehen. (Abb. 20 auf S. 93.) Nur im Osten, eben bei Dônja-Tuzla selbst, nimmt an der Umrandung auch das besprochene ältere Miocän Theil.

Dieses, und zwar die tiefste Abtheilung desselben, ist, wie schon vorhin bemerkt wurde, der Träger der berühmten, für Bosnien und seine Industrie hochwichtigen Salzlagerstätte, deren Ausbeutung bis in uralte Zeiten zurückreicht. Ursprünglich wurde das Salz durch Verdampfen der natürlichen Soolquellen gewonnen, von welchen eine der ergiebigsten im Bereiche der heutigen Stadt Dônja-Tuzla selbst entsprang. Schon die Illyrier sollen hier Salz erzeugt haben, und im Mittelalter hiess der ganze Gau Soli (Salinae). Die Salzgewinnung geschah damals

[1]) Wäre dies nicht der Fall, so könnte man sich auf Grund der petrographischen Uebereinstimmung versucht fühlen, die Conglomerate der zweiten Mediterranstufe einzureihen und eine Ueberschiebung anzunehmen.

in grossen Gruben, in welchen aufgeschlichtete Holzhaufen in Brand gesetzt und mit dem Wasser der Soolquellen überschüttet wurden. Erst unter der türkischen Herrschaft wurde zu einem primitiven Pfannenbetrieb übergegangen [1]), und es wurden hauptsächlich in Gornja-Tuzla mässige Quantitäten von Kochsalz erzeugt.

Die schwache Ergiebigkeit und der geringe Gehalt der natürlichen Soolquellen veranlasste im Jahre 1883 zunächst bei Gornja-Tuzla und später mit durchschlagenderem Erfolg bei Dônja-Tuzla die Erschliessung entsprechender Soolenmengen mittels Bohrbrunnen, von welchen im Laufe der Jahre 20 abgestossen wurden, deren Tiefe zwischen 200 und 500 *m* differirt und von welchen die meisten in den auf 150 *m* Mächtigkeit geschätzten Steinsalzkörper 30 bis 50 *m* tief niedergetrieben wurden. Alle ergiebigen Soolbrunnen sind im Schlier angesetzt, und es ist gewiss sehr bezeichnend, dass dort, wo die schützende Decke dieser mergeligen Ablagerungen fehlt, die Bohrungen nur geringgrädige Soole oder gar kein befriedigendes Resultat ergeben haben. Eine ganze Anzahl von Bohrthürmen, die Zeugen dieser Erschliessungsarbeiten, ertheilen dem Gelände nördlich von der Stadt schon von der Ferne ein eigenartiges Gepräge. Gegenwärtig werden aus mehreren Bohrbrunnen rund 5000 *hl* Soole täglich gehoben und theils in die Sudhütten in Kreka (Neue Saline) und Siminhan, theils in die Sodafabrik in Lukavac geleitet. Auch der sogenannte Salzschacht, mittels dessen versucht worden war, das Salzlager bergbaumässig aufzuschliessen, wovon jedoch grossen Wasserandranges wegen Abstand genommen werden musste, dient zur Zeit nur zur Hebung von Soole. (Abb. 19.)

Die Ergebnisse der einzelnen Bohrungen haben zur Erkenntniss geführt, dass das unterirdische stockförmige Salzlager eine parallel zum Hauptstreichen der Schichtenfalten des Tuzlaer Gebirges von Südost nach Nordwest (20^h im Mittel) gestreckte

---

[1]) Vergl. F. Poech, L'Industrie minérale de Bosnie-Herzégovine, 1900, pag. 11, wo auch eine Abbildung einer solchen primitiven türkischen Salzsudhütte gegeben wird.



Abb. 19. Der „Salzschacht“ bei Dônja-Tuzla.
Das Gebirge links besteht aus Schliermergeln. Im Mittelgrunde zwei Soolbohrthürme.

Gestalt besitzt. Während die Oberfläche des Salzkörpers aber nach Südwesten flach einfällt, besteht nach Nordosten entweder ein sehr steiler Absturz, oder die Lagerstätte wird hier von einer Verwerfungskluft abgeschnitten, an welcher ihr nordöstlicher Flügel in die Tiefe abgesunken ist. Die letztere Annahme ist die wahrscheinlichere, und durch die Zertrümmerung der Schichten an der Sprungfläche wäre das ausreichende Zusitzen von Wasser zum Salzkörper und die ständig gleichmässige Soolenbildung leicht zu erklären [1]).

Die Schlierbildungen von Dônja-Tuzla werden im Norden und Westen von Ablagerungen der zweiten Mediterranstufe überlagert, während sie im Süden an der Antiklinale des Oligocän abzustossen scheinen, weil am linken Jalaufer die zweite Mediterranstufe fast durchwegs direct auf den oberoligocänen Schichten transgredirend aufruht. Es sind insbesondere die sarmatischen Unterabtheilungen 8, 9 und 10 des obigen Schemas, welche überall, wiewohl in sehr ungleichmässiger Entfaltung, entwickelt sind, während die plattigen fischreichen Mergelkalke und Kalksandsteine (7) nur local, nämlich im Bereiche der oberen Jala nördlich von Gornja-Tuzla und im Solinagebiete südlich von Dokanj zu mächtiger Ausbildung gelangt sind. Von den ersteren drei Unterabtheilungen pflegen 9 und 10 in engem Zusammenhang zu stehen. Sie schliessen als sehr constanter Zug die pontischen Congerienschichten rundum ein.

In nächster Nähe von Dônja-Tuzla treffen wir sie zu beiden Seiten des breiten Jalathales recht gut aufgeschlossen: im Norden im Thaleinschnitt des Paschabrunnens (Pašabunar), im Süden an der Strasse von Dônja-Tuzla zum Kohlenwerke Kreka. Hier wie dort besteht ein allmäliger Uebergang von den sarmatischen Cerithienschichten in die pontische Congerienstufe, welche beide im Pašabunarthale bis zur theilweisen Ueberkippung kopfständig aufgerichtet sind. Derartige Er-

---

[1]) Es sei hier an die oben (S. 33 u. 72) erwähnten Salzquellen bei Šibošica erinnert, welche das Vorhandensein eines zweiten, tieferen (mitteleocänen), anscheinend mit den Erdöl führenden Schichten des Gebirges im Zusammenhang stehenden Salzhorizontes im Majevicagebiete darthun.

scheinungen hochgradiger Zusammenschiebung des jüngsten Tertiär (Pliocän) sind für die richtige Auffassung der Tektonik Bosniens von Wichtigkeit, weil sie beweisen, dass die letzten grossen Krustenbewegungen in diesem Theile der Balkanhalbinsel dem Beginn des Quartärs angehören.

Von sarmatischen Fossilien finden sich im Pašabunarthale nebst anderen:

Cerithium pictum Bast.	*Cardium obsoletum* Eichw.
Cer. nodoso-plicatum Hörn.	*Tapes gregaria* Partsch (selten).
Cer. sp.	

In den Congerienschichten kommen am häufigsten verschiedene, meist schlecht erhaltene Congerien vor, darunter *Congeria Partschi* Czj., *Cong. subglobosa* Partsch, *Cong. Basteroti* Desh., sowie *Melanopsis vindobonensis* Fuchs (manche Exemplare beklebt mit Schalenbruchstücken von *Card. obsoletum).*

Auch am anderen Ufer der Jala sind die pontischen Congerienschichten mit den sie umrandenden sarmatischen Ablagerungen steil aufgerichtet, und insbesondere im Zuge von Orašje über Vršanj zur Ostra glavica bei Čaklovic stehen sie stellenweise auf dem Kopfe. Ueberall ist der Zusammenhang der beiden Stufen ein sehr enger, bewirkt einestheils durch allmälige lithologische Uebergänge, anderseits dadurch, dass zuweilen Cerithienbänke mit Melanopsis- und Congerienschichten wechsellagern. Wenn wir eine Tour durch das Terrain südlich von der Jala machen könnten, würden wir derartige Erscheinungen zu sehen bekommen und reichlich die gewöhnlichen Versteinerungen der sarmatischen Stufe aufsammeln können, als:

Cardium obsoletum Eichw.	*Cerithium pictum* Bast.
Card. plicatum Eichw.	*Cer. rubiginosum* Eichw.
Mactra podolica Eichw.	*Cer. disjunctum* Sow.
Modiola volhynica Eichw.	*Buccinum duplicatum* Sow. u. a.,
Tapes gregaria Partsch.	

leider zumeist in wenig gut erhaltenen Exemplaren.

Was die besonderen Verhältnisse der grossen Tuzlaer Braunkohlenablagerung anbelangt, so ist es natürlich unmöglich, dieselben auf einer einzigen kurzen Excursion auch

nur stückweise im Einzelnen kennen zu lernen. Es sei daher lediglich zur allgemeinen Orientirung das Folgende bemerkt:

Die Fauna der Congerienschichten von Dônja-Tuzla ist im grossen Ganzen identisch mit der Fauna der pontischen Stufe im danubischen Verbreitungsgebiete. Die Flora[1]) besitzt einen alterthümlichen Anstrich und würde, für sich allein betrachtet, die Congerienschichten in das Miocän verweisen. Es ist dies dieselbe Erscheinung, welche Th. Fuchs in Bezug auf die Fauna mit den Worten charakterisirt hat[2]): „Würde man das Alter der Congerienschichten nur nach dem Grade der Verwandtschaft ihrer Fauna mit derjenigen der Jetztzeit zu beurtheilen haben, so müsste man sie für älter erklären als die Horner Schichten (I. Mediterranstufe)."

Die untere Abtheilung der Congerienschichten im Gebiete von Dônja-Tuzla besitzt die grösste horizontale und verticale Entfaltung im nordwestlichen Theile der Ablagerung, beiläufig zwischen den Linien: Lipnica—Gračanica im Norden und Turiathal—Gračanica im Süden. Sie besteht wesentlich aus Sandsteinen, die Conglomeratbänke einschliessen oder sich daraus entwickeln und weiter aufwärts von einzelnen Lettenlagen (stellenweise reich an Cyprisschalen) durchschossen werden. Häufig werden die Sandsteine ganz mürbe oder werden durch dünenartige Sande vertreten. Die tiefsten Schichten pflegen grobrippige Limnocardien, *Congeria Partschi* Czj., *Melanopsis Martiniana* Fér., *Mel. vindobonensis* Fuchs, *Mel. pygmaea* Partsch, *Mel. Bouéi* Fér., *Mel.* sp. sp. und von Pflanzen insbesondere *Echitonium*-Arten einzuschliessen. Höher aufwärts erscheinen massenhaft namentlich Congerien, darunter vorzugsweise *Cong. subglobosa* Partsch und eine gekielte, spitzschnabelige Art, der *Cong. simulans* Brus. nahestehend.

---

[1]) H. Engelhardt, Prilog poznavanju tercijarne flore najšire okoline Dônje Tuzle u Bosni. S uvodom F. Katzera. Glasnik zem. muzeja u Bosni i Hercegovini, XIII, 1901, pag. 473 ff.

[2]) Geologische Uebersicht der jüngeren Tertiärbildungen des Wiener Beckens. Führer zu den Excurs. der Deutsch. geolog. Gesellsch. Wien 1877, III, pag. 73.

Die lignitreiche mitttlere Abtheilung der Congerienschichten erstreckt sich in der nördlichen Hauptmulde vom Crveno brdo (bei Orašje südlich von Dônja-Tuzla) nordwestwärts bis gegen Dubošnica (Station der Sprečabahn), in der südlichen Nebenmulde von Čakovic (südöstlich von Siminhan) bis Lukavac in der Sprečaebene. Das gegenseitige Verhältniss dieser beiden Faltenmulden wird durch das Profil Abb. 20 veranschaulicht. Der Flötzzug umfasst fast durchgängig drei Flötze, die als Liegend-, Haupt- und Hangendflötz unterschieden werden. Das Liegendflötz erreicht bis 10 *m*, das Hauptflötz bis 20 *m* Mächtigkeit, wovon bei dem letzteren speciell in Kreka nur wenig, beim Liegendflötz etwa ein Drittel auf taube Zwischenmittel entfällt. Das Hangendflötz ist sehr unregelmässig entwickelt, beziehungsweise nur in zerrissenen Partien und Resten vorhanden, was leicht erklärlich ist, da es local von deutlich transgredirenden Schichten bedeckt wird, vor deren Absatz offenbar eine mehr minder weitgehende Abtragung der oberen Congerienschichten sammt dem darin eingeschlossenen Flötz (oder Flötzen, falls es mehrere waren)

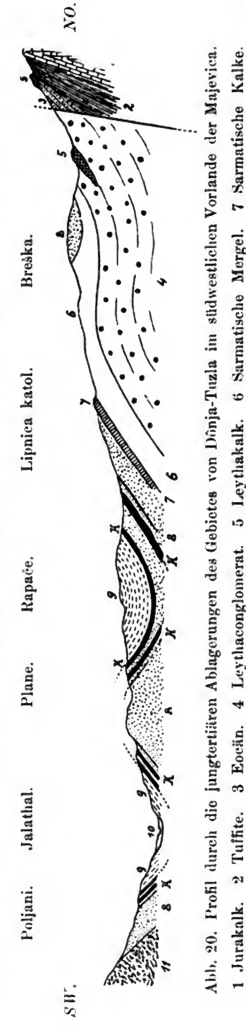


Abb. 20. Profil durch die jungtertiären Ablagerungen des Gebietes von Dônja-Tuzla im südwestlichen Vorlande der Majevica.
1 Jurakalk. 2 Tuffite. 3 Eocän. 4 Leythaconglomerat. 5 Leythakalk. 6 Sarmatische Mergel. 7 Sarmatische Kalke.
8 Untere pontische Congerienschichten. K Kohlenflötze. 9 Obere pontische Congerienschichten. 10 Diluvium. 11 Serpentin.

stattgefunden hatte. Der Abstand der Flötze von einander ist in den verschiedenen Theilen der Ablagerung natürlich nicht gleich; bei Kreka beträgt er zwischen dem Liegend- und dem Hauptflötz 42 *m*, zwischen dem letzteren und dem Hangendflötz circa 50 *m* saiger[1]). Die Kohle ist ein theilweise holzfaseriger Lignit mit geringem Aschen- und sehr geringem Schwefelgehalt und einem Heizeffect von 4000 bis 4500 Calorien. Die Jahreserzeugung beträgt gegenwärtig 2·5 Millionen Metercentner, welche fast zur Gänze im Lande selbst verbraucht werden. Am Ausbiss sind die Flötze gewöhnlich ausgebrannt und werden weithin durch die lebhaft rothen Erdbrandgesteine kenntlich gemacht.

Die reichste Fossilienführung schliesst sich an das Liegendflötz an, so zwar, dass in seinem Liegenden, wo im Sandstein auch Knollen eines bernsteinähnlichen Harzes vorkommen, hauptsächlich

Congeria subglobosa Partsch,
Melanopsis vindobonensis Fuchs,
Cardium conjungens Partsch,

im Hangenden massenhaft die besagte spitze *Congeria* (cf. *simulans* Brus.) auftritt[2]).

In den Begleitschichten des Hauptflötzes sind dagegen Fossilien nur local concentrirt. So finden sich in feingeschlämm-

[1]) Nach einer gefälligen Mittheilung des Herrn Bergmeisters Oskar Weselsky, welchem wir auch manche andere Angaben, sowie Fossiliensammlungen verdanken. — In Betreff der allgemeinen und der Bergbauverhältnisse sei verwiesen auf die zusammenfassenden Darstellungen von F. Poech: Ueber den Kohlenbergbau in Bosnien (Oesterr. Zeitschr. für Berg- und Hüttenwesen, 1893, pag. 313) und desselben Verfassers Mittheilungen über den Kohlenbergbau in Bosnien (ebendort, 1899, pag. 369). — Die nähere Gliederung der einzelnen Flötze bei Kreka ist aus J. Grimmer's Abhandlung: Das Kohlenvorkommen von Bosnien und der Hercegovina (Wissenschaftl. Mittheil. aus Bosn. und der Herceg., VIII, 1901, pag. 352) zu entnehmen.

[2]) Ausgewitterte Schalenbruchstücke dieser Congerien finden sich z. B. in der Nähe des Crveno brdo massenhaft im lehmigen Boden. Sie werden von den dortigen Einwohnern für zersplitterte Menschenknochen und das von ihnen besäte Gelände für ein altes Schlachtfeld gehalten.

ten grüngrauen Letten im unmittelbaren Hangenden des Hauptflötzes im Tagbau bei Kreka zahlreiche Pflanzenreste, von welchen H. Engelhardt (l. c.) die folgenden bestimmte:

Taxodium distichum miocaenum Heer.	*Sassafras Aesculapi* Heer.
Glyptostrobus europaeus Heer.	*Sapotacites minor* Ett.
Fagus castaneaefolia Ung.	*Cunonia europaea* Ung.
Castanea Kubinyi Kóv.	*Sterculia labrusca* Ung.
Ulmus Braunii Heer.	*Acer palaeo-campestre* Ett.
Ficus lanceolata Heer.	*Celastrus europaeus* Ung.
Ficus multinervis Heer.	*Sapindus acuminatoides* nov. sp.
Platanus aceroides Goepp.	*Maytenus marginatoides* nov. sp.
Salix macrophylla Heer.	*Ilex neogena* Ung.
Laurus primigenia Ung.	*Rhamnus Gaudini* Heer.
Laurus lalages Ung.	*Juglans acuminata* Al. Br.
Persea speciosa Heer.	*Eugenia apollinis* Ung.
Oreodaphne Heeri Gaud.	*Copaifera radobojana* Ung.

Etwas höher, in von Mergeln durchschossenen Letten, liegen feinsandige, oft sideritische und phosphathältige Mugeln, die zumeist Reste grosser heterocerker Fische einschliessen.

Im Uebrigen findet sich im Hangenden des Hauptflötzes etwas häufiger nur *Card. conjungens.*

Die Hangendschichten des Flötzzuges können nur soweit zur Congerienstufe gezählt werden, als sie mit den unteren Abtheilungen derselben concordant gelagert sind. Dies gilt von den die Hangendflötze einschliessenden und sie unmittelbar bedeckenden Letten und den oft eisenschüssigen Sandsteinen und Sanden, welche die Ablagerung nach oben abschliessen, aus welchen aber bezeichnende Fossilien bis jetzt nicht bekannt geworden sind. Schotter und Lehme, die noch darüber folgen, gehören ihrer discordanten Auflagerung wegen schon zum Diluvium.

Die Gesammtmächtigkeit der Congerienstufe, welche am Aufbau des Gebirges zwischen Dônja-Tuzla, Gračanica und dem Sprečathal hervorragenden Antheil nimmt, beträgt im Mittel mindestens 600 *m*.

Die Bahnstrecke von Dônja-Tuzla nach Doboj bewegt sich bis gegen Dubošnica beständig, von da ab bis Miričina

stückweise in ihrem Bereiche. In der Nähe der Station Miričina treten von der rechten Seite grobe Sandsteine und Conglomerate der zweiten Mediterranstufe bis an die Spreča heran. Dieselben sind für dieses Gebiet äusserst charakteristisch, nicht nur durch ihren Habitus — Serpentin- und Grünsteingerölle liefern die Hauptmasse der Sandkörner und Gerölle — und ihre weite Verbreitung, sondern namentlich auch durch ihre an mehreren Punkten reiche Fossilienführung. Nur um ein Beispiel der Artenmengung der letzteren zu geben, sei eine vorläufige Versteinerungsliste einer Fundstelle beim Dorftheile Sulići der Gemeinde Miričina hier eingeschaltet.

Nulliporen.
Astraea crenulata Goldf.
Heliastraea Defrancei M. Edw. A. H.
Sonstige Korallenreste.
Ostrea digitalina Dub.
Ost. cf. *cochlear* Poli.
Ost. sp. (cf. *gingensis* Schloth. sp.)
Pecten Besseri Andr.
Pectunculus pilosus Linn.
Arca diluvii Lam.
Cardium cf. *multicostatum* Brocc.
Cytherea erycina Linn.
Mactra sp.
Venus plicata Gmel.
Venus cincta Eichw.
Spondylus crassicosta Lam.
Chelyconus fuscocingulatus Bronn sp. mit Schalenfärbung.
Chel. avellana Lam. sp.
Chel. ventricosus Bronn sp.
Chel. sp. (mehrere der schwierig zu unterscheidenden R. Hörnesschen Formen).
Leptoconus Puschi Michti.
Lept. Dujardinii Desh.
Dendroconus Steindachneri R. Hörn.
Dend. (mehrere Formen.)
Ancillaria glandiformis Lam.
Cypraea (Aricia) amygdalum Brocc.
Mitra (Nebularia) scrobiculata Brocc.
Cassis (Semicassis) saburon Lam.
Fusus virgineus Grat.
Murex (Chicoreus) cf. *Aquitanicus* Grat.
Cf. *Murex imbricatus (Occenebra)* Brocc.
Pleurotoma (Drillia) Allionii Bell.
Buccinum (Niotha) cf. *Dujardini* Desh.
Buc. nov. sp. (verwandt mit *vulgatissimum* May.).
Buc. (Tritia) collare Hilb.
Buc. (Caesia) sp. cf. *subprismaticum* R. Hörn.
Phos Hoernesi Semper.
Cerithium minutum Serr.
Cer. cf. *doliolum* Brocc.
Cer. Mediterraneum Desh.
Trochus sp. (etwa *papilla* Eichw.)
Terebra acuminata Bors.
Turritella Archimedis Brong.
Turr. subangulata Brocc.
Turr. Riepeli Partsch.
Turr. turris Bast.
Solarium sp. cf. *millegranum* Lam.
Natica cf. *redempta* Micht.

Bei der Station Petrovoselo erreicht die Bahn auf der Südseite der weiten, von diluvialen Schottern und Alluvialbildungen eingenommenen Sprečaebene die Ausläufer des Ozrengebirges, bestehend vorzugsweise aus Serpentin, Lherzolith, Peridotit, Gabbro, Diabas, Melaphyr, Amphibolgesteinen, Tuffiten und Jaspisen, welche sich von da ab über Suhopolje bis in das Gebiet von Doboj erstrecken.

Doboj.

Die in der Kriegsgeschichte Bosniens berühmt gewordene Stadt Doboj liegt an dem linken Ufer der Bosna, dort wo diese den Sprečafluss aufnimmt. Krippenartig im grünen Gehänge ansteigend und von einer Burgruine überragt, bietet der mässig grosse, aber in commercieller Beziehung bedeutende Ort einen malerischen Anblick.

Die Umgebung der Stadt gehört zu den wenigen Gegenden Bosniens, die schon mehrmals Gegenstand fachgeologischer Untersuchungen waren[1]). Ihr Besuch schliesst sich insofern gut an die Majevica-Excursion an, als man es auf dieser vorzugsweise mit dem sogenannten „jüngeren Flysch" zu thun hat, während durch das, wenn auch nur kurze Verweilen in der Umgebung von Doboj Gelegenheit geboten wird, den so-

[1]) Abgesehen von den lediglich petrographischen Mittheilungen von F. Schafarzik und C. v. John, haben sich C. M. Paul (Beiträge zur Geologie des nördlichen Bosnien. Jahrb. der k. k. geolog. Reichsanst., 1879, pag. 759), E. v. Mojsisovics (Verhandl. der geolog. Reichsanst., 1879, pag. 254) und E. Tietze (Grundlinien etc., l. c. pag. 130) eingehender mit der Umgebung von Doboj befasst, ohne indessen zu einer übereinstimmenden Auffassung der Verhältnisse zu gelangen. Neuestens berichtete M. Kišpatić (Die krystall. Gesteine der bosn. Serpentinzone. Wissenschaftl. Mittheil. aus Bosn. und der Herceg., VII, 1900, pag. 412), dass er entgegen Paul's Angabe bei Doboj weder Serpentin noch Gabbro gefunden habe und polemisirte gegen v. Mojsisovics. Die sich widersprechenden Angaben der genannten Forscher scheinen dadurch erklärt werden zu können, dass jeder Autor seine Schlüsse nur auf die Untersuchung eines Theiles der Umgebung von Doboj basirte.

genannten „älteren Flysch“ Bosniens einigermassen kennen zu lernen.

Unter diesem Verlegenheitsnamen hat man bisher bei Doboj überaus verschiedene Gebilde zusammengefasst, so dass die Bezeichnung „Flysch“ hier mit keinem bestimmten Faciesbegriff zu verbinden war. Der Klarheit der Auffassung der Verhältnisse kann nur dadurch gedient werden, dass der ganze Schichtencomplex nach Möglichkeit gegliedert wird, was auf Grund der petrographischen Verschiedenheit der Gesteine immerhin durchführbar ist. Die Altersfrage bleibt allerdings, wie bisher, offen; denn für eine genaue Fixirung des Alters der einzelnen Gesteinsstufen bot sich bei Doboj noch kein positiver Anhalt. Sicher ist nur, dass der ganze Complex älter als Eocän ist; wahrscheinlich gehört er der Kreide oder dem Jura an.

Zunächst lässt sich eine Gesteinsreihe zusammenfassen und ausscheiden, welche wesentlich aus Tuffsandsteinen, Tuffiten, untergeordneten Eruptivmassen, deren Tuffen und Contactgebilden mit eingeschlossenen Kalkschollen besteht[1]).

Sie bildet im Gebiete von Doboj das allgemeine Grundgebirge und herrscht an der Tagesoberfläche namentlich im Gehänge um die Stadt selbst, dann weiter südwestlich um Čajre, Orašje, Milkovac, Makljenovac und zieht über Prisade, Visoka glava und Suhevode westwärts. Am gegenüberliegenden rechten Bosnaufer erstrecken sich dieselben Schichten von Lipac (Selište) und Prijedjel nach Osten zum Jazovac und Ilin brieg herauf und breiten sich von dort gegen Norden bis zur Spreča aus. Auch nördlich von der Spreča sind sie um Brdjani, Hodžići u. s. w. sehr verbreitet und treten bei Svietlica von Osten wieder an die Bosna heran.

Ueberall in dieser Erstreckung sind mehr weniger kalkige Tuffsandsteine von grüner oder grünbrauner Farbe die gewöhnlichste Gesteinsart. Dazu gesellen sich dunkelgraue bis

---

[1]) Diese Gesteinsreihe entspricht etwa dem Haupttheil der „Dobojer Schichten“ C. M. Paul's (l. c.).



Abb. 21. Doboj von Süden.

Der Burgberg rechts ist eine Diabaskuppe. Die Berge im Hintergrunde links bestehen aus Tuffit- und Jaspisschichten. Im Vordergrunde das Diluvium der Bosnaebene.

schwarze, wellig gepresste Schiefer, ferner Tuffe und grüne oder rothe, oft geschieferte Jaspise.

Alle diese Gesteine sind nur strichweise entwickelt und erscheinen untereinander und mit Eruptivgesteinen so enge verbunden, dass eine kartographische Ausscheidung der einzelnen Glieder zur Unmöglichkeit wird. Die Eruptivgesteine sind hauptsächlich Serpentine und Diabase, untergeordnet Melaphyre und Gabbros. Da dieselben auch Kalksteine durchbrechen, zertrümmern, an ihnen Contactumwandlungen verursachen und selbst auch solche erfahren, kommen zu den angeführten Gesteinen noch mancherlei Contactbildungen: Hornsteine, schlierige Hämatitausscheidungen, ophicalcitische Randpartien u. dergl. hinzu, woraus sich eine Mannigfaltigkeit und ein verworrener Wechsel der Gesteinsbeschaffenheit ergibt, welcher nothgedrungen eine Zusammenfassung erheischt. Nur in ihrer Gesammtheit bekunden diese verschiedenartigen mit einander verquickten Gesteine eine geologische Selbstständigkeit, welche auch in einer einheitlichen Benennung zum Ausdruck gebracht werden soll. Wir wollen dafür O. Mügge's Bezeichnung von mit gewöhnlichen Sedimenten gemischten Tuffmassen als Tuffite (N. Jahrb., VIII., Beilgbd. 1893, pag. 707) anwenden und die besonders charakteristische Betheiligung von Jaspisen eigens hervorheben, also von Tuffit- und Jaspisschichten sprechen.

Die mit diesen Schichten in Verbindung stehenden Eruptivgesteine können nur dort, wo sie in grösseren Massen auftreten, von ihnen getrennt werden; ihre Umgrenzung auf der Karte bleibt aber auch dann in vielen Fällen eine bloss beiläufige.

Serpentine entfalten sich sehr mächtig südlich vom Sprečaflusse von Suhopolje aufwärts in das Ozrengebirge; aber dieses Gebiet liegt schon ausserhalb der engeren Umgebung von Doboj. In dieser selbst sind Serpentine in grösserer räumlicher Ausdehnung hauptsächlich in der Gegend von Stanić rijeka östlich von Doboj entwickelt. Ganz Haskići liegt darauf, und der Berg Haskički kamen besteht daraus. Am linken Ufer der Stanić rijeka bildet Serpentin die prallen

Felswände gegenüber der Džamija (türk. Bethaus) und zieht von dort südostwärts, erreicht das Sprečathal jedoch nur in zwei wenig mächtigen Ausläufern in der Nähe von Brdjani.

Eine zweite grössere Serpentinmasse ist jene von Kostajnica nördlich von Doboj. Dieses Vorkommen ist wichtig, weil es erstens Mergelschiefer einschliesst und durchsetzt; zweitens mit Gabbrogängen in Verbindung steht, welche Mergelkalke durchbrechen und am Contact metamorphosiren, also jedenfalls jünger sind als diese; drittens, weil es mit grösster Deutlichkeit von Eocänkalken bedeckt wird und daher ein höheres Alter als diese letzteren besitzen muss, und viertens, weil es mit Tuffit- und Jaspisschichten zusammenhängt, die sich somit im Alter dem Serpentin anschliessen. Würde ein glücklicher Fossilienfund das Alter der Mergelkalke, welche vom Serpentin durchsetzt werden, zu bestimmen gestatten, so wäre damit auch die Altersfrage der Serpentine, Tuffite und Jaspise von Doboj gelöst. (Vergl. Abb. 22 auf S. 104.)

Sonst kommt Serpentin bei Doboj nur in wenig umfangreichen Massen zu Tage, insbesondere zwischen Milkovac, Makljenovac und Prisade südwestlich von der Stadt, wo er von mancherlei Contactproducten begleitet wird.

Alle anderen Massengesteine sind viel weniger verbreitet.

Diabas in körnigen und dichten Abarten bildet den Burgberg von Doboj und tritt auch an der Nordgrenze der Stadt in ansehnlicheren Entblössungen auf. Im Sprečathal kommt er an mehreren Stellen, namentlich aber in der Lehne nördlich vom Flusse beim 7. Strassenkilometer zwischen Tuffiten und Jaspisen hervor. Im Hauptverbreitungsgebiet dieser letzteren erscheint er indessen nur untergeordnet.

Melaphyr und Gabbro finden sich in der näheren Umgebung von Doboj bloss in einzelnen Gängen oder Stöcken.

Alle diese Eruptivmassen stehen im engen Verbande mit grobbankigen oder massigen Kalksteinen, welche durch sie zum Theil weitgehende Beeinflussungen erfahren haben. Einzelne Partien derselben stellen ein Kalktrümmergestein mit Einschlüssen von Melaphyr-, Diabas- und Serpentinbrocken

vor; hauptsächlich verbreitet sind aber dichte, hell roth und grau gefärbte, zum Theil dolomitische Kalksteine, durchzogen von Einschaltungen und langgestreckten Linsen meist dunkelrother Jaspise oder karneolartiger Quarzabarten, welche am Contact mit dem Kalkstein von Chalcedon begleitet zu sein pflegen. Seltener sind körnelige, graue oder weissliche Kalke mit unregelmässigen linsen- und lagenförmigen Einlagerungen von flintartigen, graubraunen Kieselsäuremassen biogenen Ursprunges. Die organischen Reste, aus welchen diese Knollen bestehen, gehören nur theilweise Spongien und Radiolarien an, theilweise auch Foraminiferen und höheren Thierarten, was auf eine Verkieselung von ursprünglichem Kalkschalendetritus hinweist.

Das Verhältniss der Kalksteine zu den Tuffit- und Jaspisschichten von Doboj ist kein gleichartiges: Theilweise wechsellagern die Tuffite mit den Kalken, zumeist aber unterteufen sie dieselben, wobei der Verband beider immer ein solcher ist, dass ein bedeutender Altersunterschied zwischen ihnen nicht bestehen kann. Wären die Tuffite zum Jura zu zählen, dann sicher auch die Kalksteine; gehören aber die letzteren, wie man annimmt, der Kreide an, dann gilt dasselbe auch von den Tuffiten.

Das Verbreitungsgebiet dieser Kalke liegt ausschliesslich östlich und nordöstlich von Doboj. Im Osten sind sie namentlich bei Habibovići entwickelt, wo man am Aufstiege von den Mühlen zum Dorfe ihre Einlagerungen in Tuffiten dreimal überquert. Bedeutende Ausdehnung besitzen sie im Dorfe selbst, welches zum grössten Theil darauf steht und wo auch der über der Ortschaft sich erhebende Hrkojberg daraus aufgebaut ist.

Aus denselben Kalken besteht ferner der Loyhügel nördlich bei Hodžići, ein Kegel, auf dessen Gipfel ein Denkmal für die in den Augustkämpfen des Jahres 1878 dort Gefallenen errichtet ist. Der Kalkstein dieses Hügels ist weiss mit rothen Schlieren und Flecken, brockig-knollig mit Einschlüssen von anscheinend abgerollten fremdartigen Kalkstücken.

Die besten Aufschlüsse der (fraglichen) Kreidekalke befinden sich jedoch im rechten Gehänge des Bosnathales zwischen Doboj und Kostajnica. Kaum einen Kilometer nördlich von der Sprečabrücke, über welche die neue Verbindungsstrasse führt, drängt sich aus den Jaspisschichten und Tuffiten eine Felsrippe gegen den Fluss heran, bestehend aus den grauen sandigkörneligen Kalken mit den oben erwähnten Flinteinschlüssen. Weiterhin, zwischen der Strasse und Svietlica,

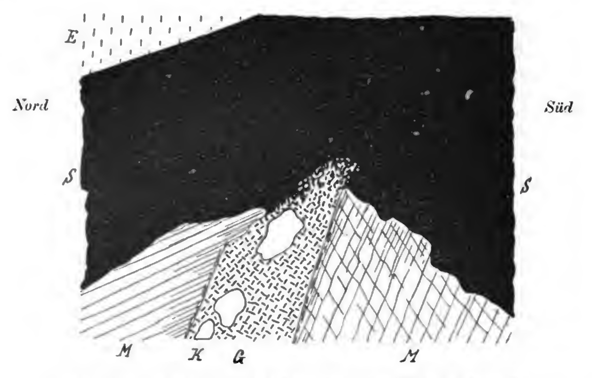


Abb. 22. Serpentin- und Gabbro-Durchbruch bei Kostajnica.
M Dünnschichtiger Mergelkalk. *K* Blöcke von rothem Mergelkalk. *E* Massiger Eocänkalk. *G* Gabbro. *S* Serpentin.

sind mehrere ähnliche Kalkschollen entblösst. Noch weiter, schon in der Nähe der ehemaligen Bosnabrücke, sind die Kalke mächtig entwickelt und in ansehnlichen Steinbrüchen aufgeschlossen. Auch einige kleine Schollen bei Kostajnica gehören diesen Kalken an, deren Verknüpfung mit den Tuffit- und Jaspisschichten, welche an zwei Stellen von melaphyrartigen Grünsteinen durchsetzt werden, überall sehr klar hervortritt.

Ebenso deutlich ist der stratigraphische Verband der bankigen oder massigen Kalke mit dünnplattigen Mergelkalken und mit Mergelschiefern, welche theilweise auch

von Sandsteinschichten durchschossen werden. Diese grüngrauen, gelblich verwitternden, manchmal etwas knolligen und häufig von weissen Calcitadern durchschwärmten Mergelgesteine sind die Hangendstufe der dichten Kalksteine, mit welchen sie durch allmälige Uebergänge verbunden sind. Bei Svietlica z. B. wird dieser Zusammenhang durch rothe Mergelkalke vermittelt. Roth sind die Mergel zumeist auch dort, wo sie von Eruptivmassen durchsetzt werden, wie in einem guten Aufschluss an der Strasse unmittelbar vor Kostajnica, wo ein gegen 5 *m* mächtiger Gabbrogang die Mergelkalke in solcher Weise durchbricht, wie es durch die Profilskizze Abb. 22 veranschaulicht wird. Dieses Gabbrovorkommen ist bemerkenswerth, weil es anscheinend einen Wurzelgang des höher aufwärts mächtig entwickelten Serpentins bildet, jedenfalls aber mit diesem zusammenhängt.

Auf der rechten Seite der Bosna besitzen die schieferigen Mergelgesteine nur bei Kostajnica eine beschränkte Verbreitung; mächtig entwickelt sind sie jedoch am anderen Ufer der Bosna, wo sie die ganze Umgebung von Bukovica und Pločnik einnehmen und sich südwärts bis zum Suhevoderücken herauf und südostwärts bis nach Doboj ausdehnen. Vortreffliche Aufschlüsse, welche die Faltung und Stauchung der Schichten und ihren petrographischen Charakter sehr schön blosslegen, sieht man entlang der Strasse zwischen der ehemaligen Bosnabrücke und Bukovica mala. Das Streichen der Schichten, welches am rechten Bosnaufer nordwestlich bis westlich ist (Fallen in Nordosten bis Norden), wendet sich hier nach Südwesten, und das Einfallen, welches unter Šušnjari nach Südosten (9^h) gerichtet war, wird beim Strassenkilometer 179·5 kopfständig und von da ab gegen Bukovica nordwestlich (21^h), um oben am Suhevodeplateau jedoch abermals nach Nordwesten umzuschlagen. Es ist dies ein Beispiel jener in ganz Bosnien wiederkehrenden Durchkreuzung der nordwestlich streichenden dinarischen mit der nach Nordosten streichenden taurischen oder albanesischen Faltung, welche letztere jedoch bei Doboj nur untergeordnet zur Geltung kommt.

In petrographischer Beziehung sei nur bemerkt, dass die Einschaltung von Sandsteinbänken und die vielfach selbst sandig-glimmerige Beschaffenheit der Mergelgesteine denselben den sogenannten Flyschhabitus verleiht. Ausser Spuren von fraglichen Fucoiden und verkohlter Pflanzenspreu auf den Schichtflächen wurden in diesem ganzen Schichtencomplex bis jetzt keine Versteinerungen entdeckt. Seine Zuzählung zur Kreide ist daher vorläufig um nichts sicherer als die Zuweisung zu einer älteren Formation; nur jünger als Kreide können die Mergel und Sandsteine nicht sein.

Alle soeben besprochenen, eng mit einander verbundenen Gesteine: die Tuffit- und Jaspisschichten; die Serpentine, Diabase und sonstigen Eruptivgesteine; die bankigen Kalksteine und die schieferig-sandigen Mergel — alle bilden im Gebiete von Doboj die Unterlage, auf welcher sich transgredirend eocäne Kalksteine abgelagert haben.

Dieselben treten im näheren Umkreis der Stadt in der Form von drei isolirten, riffartigen Inseln auf.

Von diesen liegt die ausgedehnteste südöstlich von Doboj an der Mündung der Spreča, welche in sie in einer gegen 3 *km* langen Klamm eingefurcht ist (Abb. 23.) Die Insel besteht aus zumeist deutlich geschichteten, flach gefalteten Lithothamnien- und Nummulitenkalken, welche im Norden und Süden auf Tuffit- und Jaspisschichten, im Osten theilweise auch auf plattig-knolligen, röthlichen Mergelkalken discordant aufliegen. In die letzteren sind die Eocänkalke übrigens zum Theil an einer Störung eingesunken. Innerhalb des Kalkcomplexes findet eine strenge Scheidung der Lithothamnien- von den Nummulitenkalken nicht statt, nur im Allgemeinen nehmen die ersteren vorzugsweise die tieferen Lagen ein; sie sind zumeist massiger und reiner als die Nummulitenkalke, welche gewöhnlich dünner geschichtet und zuweilen mergelig sind. Die grossen Steinbrüche am linken Sprečaufer entlang der Eisenbahn, welche hauptsächlich die Lukavacer Sodafabrik mit Kalkstein versorgen, bauen vorzugsweise den Lithothamnienkalk ab, dessen transversal zerklüftete, flach gelagerte Bänke bis 2 *m* Mächtig-



Abb. 23. Eocänkalke an der unteren Spreča bei Doboj.

Die Felsen links bestehen vorzugsweise aus Lithothamnienkalken. Den Fluss begleiten alluviale Schotter.

keit erreichen. Der Kalk zeichnet sich durch Reinheit und gleichmässige Zusammensetzung aus; nur einzelne Lagen sind bitumenreich und zum Unterschied von dem sonst gelblich-weissen Kalkstein blaugrau bis schwärzlich gefärbt oder gefleckt. Hier finden sich local etwas häufiger Operculinen ein; in den höheren Schichten sind recht reichlich Nummuliten vom Lucasanustypus verbreitet.

Auf der rechten Seite der Spreča ist der Charakter der Kalksteine natürlich im Ganzen derselbe wie auf dem anderen Ufer, jedoch sind hier Nummulitenbänke mehr entwickelt, und unterhalb Gavrići finden sich stellenweise auch andere thierische Versteinerungen als nur Foraminiferen. Leider ist der Erhaltungszustand oft kaum für die generische Bestimmung ausreichend. Es wurden hier nebst Lithothamnien und Nummuliten (darunter hauptsächlich *Num. Lucasanus* Defr.) gefunden: *Heliastraea* sp., *Turbinoseris* sp., *Ostrea* sp., *Crassatella* sp., *Cardium* sp., *Natica* sp.

An der Zugehörigkeit der Kalke zum Mitteleocän kann wohl nicht gezweifelt werden.

Die zweite Kalksteininsel ist jene von Kostajnica, nördlich von Doboj. Sie besteht wesentlich aus dichten weissen oder hellgrauen Korallenkalken; nur am Gipfel des Rückens zwischen Kostajnica und Grabska wurden in verrollten Blöcken auch Nummuliten gefunden. Diese Kalkmasse besitzt insbesondere riffartigen Charakter. Theilweise liegt sie auf Tuffiten und Mergelkalken, zum grossen Theil aber auf bronzitreichem Serpentin, welchem gegenüber die Grenze knapp unterhalb des Dorfes Kostajnica eine so scharfe ist, dass man an einen Durchbruch des Serpentins durch die Kalke denken könnte, wenn nicht die starke Zersetzung des Massengesteines in der Contactzone im Gegensatz zur frischen Beschaffenheit des aufsitzenden Kalkes darthun würde, dass der Aufbau des Korallenriffkalkes auf der abradirten Serpentinunterlage erfolgte. Gegen die Bosna sind grosse Schollen der Kalksteinmasse abgesunken, und die Strasse wird im Pečeni kamen von ihren imposanten Felswänden flankirt (Abb. 22 und 24).

Die dritte Eocänkalkinsel befindet sich im Süden von Doboj an der Mündung des Usoraflusses in die Bosna. Sie besteht aus gelblichweissen Lithothamnienkalken mit Operculinen, sehr ähnlich jenen von der Sprečamündung. Das ganze Ostgehänge des Rückens von Makljenovac wird davon eingenommen, und südlich von der Strasse tritt der Kalkstein bis an die Usora heran. Kurz vor der Strassenbrücke über den Fluss sieht man in der nördlichen Lehne sandig-mergelige Schiefer mit Einschlüssen von Jaspisconglomeratbänken und

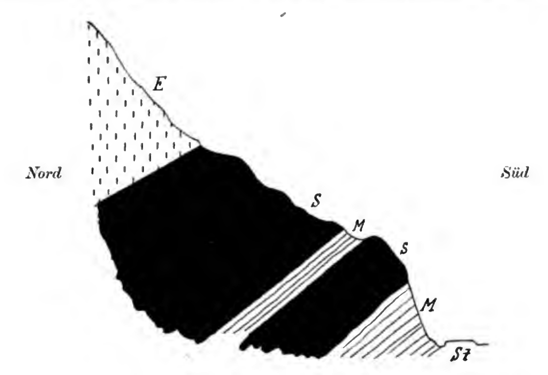


Abb. 24. Profil am rechten Bosnaufer südlich bei Kostajnica.
M Mergelkalk (Kreide?). *S* Serpentin. *E* Eocänkalk. — *St* Strasse.

von jaspisführenden Kalkstraten über den flach nach Südwesten einfallenden Eocänkalk überschoben. Diese Störung offenbart sich noch deutlicher am Aufstieg gegen das Dorf Makljenovac, welches aber schon auf denselben Mergelsteinen liegt, wie sie bei Kostajnica und Bukovica verbreitet sind. Erst weiter im Norden ist im Liegend der Mergel die Schichtenreihe der Tuffite und Jaspise mit einzelnen Durchbrüchen von Eruptivmassen allgemeiner verbreitet.

Dass die Eocän-Kalkinseln von Doboj in die älteren Gesteine des Gebietes an Brüchen theilweise eingesenkt erscheinen,

ist bemerkenswerth, weil es einmal die schollenartige Zerlegung der eocänen Kalkdecke durch die jüngsten tektonischen Vorgänge im Lande beweist und es anderseits erklärt, warum die Eocänkalke nur in isolirten, bis unter die Thalsohle sich herabsenkenden Erosionsresten erhalten geblieben sind.

Eine sehr beachtenswerthe Erscheinung im geologischen Aufbau der Umgebung von Doboj sind die auf einzelnen Höhenrücken erhaltenen Schollen von pontischen Congerienschichten. Die Lagerung dieser jugendlichen Ablagerungen ist überall, wo man sie antrifft, mehr weniger gestört: ein weiterer Beweis dafür, dass die letzten bedeutenden tektonischen Störungen in Bosnien erst am Ende der Tertiärzeit, beziehungsweise zu Beginn des Quartärs stattfanden. (Vergl. S. 50 und 91.) Auch ist es an sich von Wichtigkeit, dass die pontischen Ablagerungen, welche im Gebiete von Dônja-Tuzla und Gračanica einen so weiten Raum einnehmen, auch an der untersten Spreča in einzelnen Erosionsresten auftreten und möglicherweise über das Bosnathal hinwegsetzen.

Die grösste Verbreitung besitzen diese Schichten südöstlich von Doboj, vom Lipacer Friedhofe aufwärts bis fast zum Gipfel der Široka kosa; kleinere Schollen liegen oberhalb des östlichen Dorftheiles von Lipac und bei Serbisch-Suhopolje, sowie nördlich von der Spreča bei Habibovići und Stanička rijeka. Ueberall gehören sie der kohlenfreien untersten Abtheilung der Congerienschichten an, wie sie westlich von Dubošnica entwickelt ist, und bestehen aus mürben, eisenschüssigen, thonigen Sandsteinen und Sanden, in welche grosse Linsen von mehr oder weniger verconglomerirten Schottermassen eingeschlossen sind.

Ein Hauptbestandtheil dieser lockeren Conglomerate sind Jaspis-, Serpentin- und Tuffitgerölle, welche, herausgewittert und verschwemmt, einzelne Flächen als loser Schotter bedecken. In den thonigen Sandsteinen sind manche Bänke ziemlich fest, und stellenweise entwickeln sich hocheisenschüssige, meist etwas glimmerige Lagen, die hie und da Platten von sandigem Brauneisenerz einschliessen. Dies ist z. B. der Fall unmittelbar

beim Lipacer Friedhofe, wo in den unter 50° nach Süden einfallenden Eisensandsteinschichten zahlreiche Abdrücke von Blattfetzen und einzelne kleine Congerien gefunden wurden. Die Unterlage der transgredirenden pontischen Schichten bilden hier Mergelschiefer, die ihrerseits wieder auf Tuffit- und Jaspisschichten auflagern und mit diesen unter circa 40° nach Nordnordwest (23^h) einschiessen.

Bei Habibovići und Stanička rijeka liegen die aus mürben thonigen Sandsteinen und Sanden bestehenden Congerienschichten theils auf den Ausläufern der Kalkmassen des Hrkoj, theils auf Tuffiten und Jaspisen. Hier wurden Fossilien bis jetzt nicht gefunden.

Zur Ergänzung der geologischen Beschreibung der Umgebung von Doboj sei schliesslich noch der jungdiluvialen und alluvialen Ablagerungen gedacht, welche den Boden der Flussthäler ausebnen. An der Spreča und Usora bestehen sie fast ausschliesslich aus Jaspis-, Serpentin-, Gabbro-, Diabas- und Tuffitschotter; im Bosnathale in der Nähe der Stadt vorwiegend aus ähnlichen Schottern, weiter aufwärts, zumal in der Ebene, auf welcher die Zuckerfabrik Usora mit ihren Nebenanlagen steht, aber mehr aus Lehm.

Eine Durchstreifung der gesammten Umgebung von Doboj wird auf unserer Excursion allerdings nicht möglich sein; allein bei entsprechender Ausnützung der zur Verfügung stehenden Zeit kann zunächst östlich von Doboj der Verband der Tuffit- und Jaspisschichtenreihe mit den Kalksteinen und Mergeln sowie mit den Serpentinen und sonstigen Eruptivgesteinen; ferner die Auflagerung der mitteleocänen Lithothamnien-, Nummuliten- und Korallenkalke auf diesem Grundgebirge und, nach Uebersetzung der Bosna, die flyschartigen Mergel und Sandsteine am linken Ufer des Flusses, sowie in Doboj selbst der Diabasstock des Burgberges und die mit ihm verknüpften Tuffit- und Jaspisschichten in Augenschein genommen werden.



Abb. 25. Das Bosnathal bei Maglaj.

Der Castellberg links ist eine Trachytkuppe; das Gebirge rechts im Hintergrunde wesentlich Serpentin.

Zenica.

Von Doboj fahren wir mit der Eisenbahn bosnaaufwärts nach Zenica, dem Hauptsitz der Kohlenindustrie in der grossen Braunkohlenablagerung Mittelbosniens, an deren Südrande die Landeshauptstadt Sarajevo liegt.

Die von Serpentinen und sonstigen Massengesteinen durchsetzten Tuffite und Jaspise der Umgebung von Priedjel begleiten uns am rechten Bosnaufer bis Sevarlia, wo Eocänkalke sich mächtig zu entfalten beginnen. Auch die Station Trbuk liegt noch auf Kalken, welche hier den Bosnafluss auf beiden Seiten in hohen Felswänden flankiren. Unweit jenseits Trbuk erreicht man ein ausgedehntes Eruptivgebiet, an dessen Aufbau sich ausser Serpentinen auch mancherlei andere Gesteine, zumal Tuffite, betheiligen und welches, nur an wenigen Stellen von Kalkklippen unterbrochen und von jüngeren Gebilden überlagert, über Maglaj hinaus bis gegen Globarica anhält. Der das prächtig gelegene Maglaj überragende Castellberg besteht aus Trachyt (Abb. 25).

Von Globarica ziehen tertiäre Binnenablagerungen bis gegen Zavidović, einen ansehnlichen Ort, welcher seine fabelhaft rasche Entwicklung der Holzindustrie verdankt, die hier ihren Sitz aufgeschlagen hat und mit ihren sehenswerthen Sägewerken, sonstigen Anlagen, grossen Lagerplätzen u. s. w. schon beim Vorbeifahren einen Begriff gibt von dem Holzreichthum der bosnischen Urwälder.

Von da ab begleiten uns, abgesehen von den tertiären Auflagerungen bei Vinišće, dann zwischen Osova und Žepče,

bis gegen Nemila wieder beständig Tuffite mit Jaspisen, sowie Serpentine und andere Massengesteine, unter welchen der quarzführende Biotit-Andesit, welcher westlich von Han Begov in den hohen Lehnen oberhalb des Bahngeleises in Steinbrüchen gewonnen wird, besonders erwähnt zu werden verdient.

Kurz vor Nemila gelangen wir in eine gewaltig aufgestauchte und vielfach gestörte Schichtenzone, die wesentlich aus sandigen Mergelschiefern, Sandsteinen und Mergelkalken besteht und grosse Aehnlichkeit mit den Mergelschichten von Doboj besitzt, um so mehr, als auch hier an der Basis helle massige Kalke auftreten, die Lagen und Linsen von Jaspis einschliessen. Diese Schichtenreihe wird auch ebenso wie jene von Doboj zur Kreide gezählt, obwohl daraus bis jetzt ausser Algen (*Chondrites intricatus* Bgt., *Ch. Targionii* Bgt.) keine Versteinerungen bekannt geworden sind. Das Bosnathal, in welchem sich die Eisenbahn hinwindet, durchbricht den Complex in der ganzen, viele Kilometer langen Strecke von Nemila über Vranduk und Vrača bis gegen Jelovik unweit nördlich von Zenica.

Alle die steilen Lehnen und Berge links und rechts von der Bahn, namentlich auch der Felsen, auf welchem hoch über der Bosna malerisch Burg und Dorf Vranduk liegen (Abb. 26), und der breitrückige, buchenwaldbedeckte Vepr, um welchen sich Fluss und Bahn bis Vrača herumwinden, gehören dieser Schichtenzone an, welche einen äusserst charakteristischen Zug in die geologischen Verhältnisse Mittelbosniens bringt. Denn bei grosser petrographischer Gleichförmigkeit besitzt dieselbe eine sehr bedeutende streichende Ausdehnung, da sie von der Bosna sowohl nach Nordwesten gegen Banjaluka als nach Südosten weit fortsetzt und hier speciell noch bis unfern von Sarajevo (bei Vogošća) angetroffen wird. Sie bildet auch zum grossen Theil die nördliche und östliche Begrenzung der Zenicaer Braunkohlenablagerung, zum Unterschied von der westlichen und südlichen Umrandung, an welcher sich hauptsächlich Triasgebilde betheiligen.



Abb. 26. Das Gebirge bei Vranduk an der Bosna.
Wechselfolge von nach Nordosten einfallenden Mergelkalken und sandigen Thon- und Mergelschiefern (Kreide?).

Die Zenica-Sarajevoer Braunkohlenablagerung ist die umfangreichste und ihrer reichen Flötzführung wegen wichtigste unter den zahlreichen oligocän-miocänen[1]) Binnenlandbildungen Bosniens. Sobald wir sie bei Jelovik, einige Kilometer vor Zenica, erreicht haben, verbleiben wir nun auf der ganzen weiteren Tour bis Sarajevo beständig in ihren Grenzen.

Es ist nur naturgemäss, dass bei dieser grossen Ausdehnung von gegen 800 km^2 die Entwicklung nicht in allen Theilen gleich sein kann. Schon die verschiedene Wassertiefe im ursprünglichen Ablagerungsbecken bewirkte Sedimentationsunterschiede, welche in der Gesteinsbeschaffenheit sowohl als in der Kohlen- und Fossilienführung zum Ausdruck gelangen. Im Allgemeinen verweist der unterste Theil der Schichten auf tieferes Wasser, der mittlere, flötzreiche, auf eine Sumpfbildung, der oberste mit seinen Sandsteinen und groben Conglomeraten wieder auf tieferes bewegtes Wasser mit lebhaft strömenden Zuflüssen. Desgleichen macht sich in der Richtung der Längsausdehnung der Ablagerung von Nordwesten gegen Südosten, d. i. von Zenica gegen Sarajevo, ein Wechsel der Bildungsverhältnisse bemerkbar, welcher deutlich zeigt, dass die Ablagerung im nordwestlichen Abschnitt in einem tieferen, im südöstlichen in einem flacheren Beckentheile erfolgte, wobei jedoch die Wasserströmung von Süden nach Norden gerichtet war.

Der kurze Aufenthalt, den wir in Zenica nehmen, wird hinreichen, um in den Schichtenaufbau der Ablagerung in der näheren Umgebung dieser industriereichen Stadt Einblick zu nehmen. Wir lernen dadurch nicht nur ein Beispiel der Entwicklung der für die ganze jüngere geologische Geschichte Bosniens und der Hercegovina so bezeichnenden vormiocänen Binnenlandbildungen kennen, sondern gewinnen auch

[1]) Die auf die Altersverhältnisse der Zenicaer Ablagerung bezüglichen Erwägungen E. Tietze's (Grundlinien, l. c. pag. 148—151) haben durch die neueren Forschungen ihre volle Bestätigung erfahren. Nur der hangendste Theil der Schichtenreihe von Zenica gehört dem Miocän an.

eine Vergleichungsbasis für die anderen ähnlichen Ablagerungen, welche wir auf unserer weiteren Excursionstour noch berühren werden.

Die Gesteinsbeschaffenheit der Binnenlandbildungen erweist sich vielfach vom petrographischen Charakter des Grundgebirges, welchem sie aufliegen, abhängig, insofern als zumeist dort, wo Kalksteine die unmittelbare Unterlage bilden, Kalkconglomerate oder Tuffe und Süsswasserkalke entwickelt sind und erst in weiterer Entfernung anders geartete Sedimente zur mächtigen Entfaltung gelangen. Dies gilt insbesondere von den liegendsten und hangendsten Schichtengliedern. So finden wir auch auf der Ostseite der Ablagerung nördlich von Zenica bei Crkvica und Ričica-Sviće Süsswasserkalke mit Limnäen und *Helix*-Arten und ferner entlang der Bosna von Ričice über Gračanica gegen Jelovik Conglomerate, an welchen sich nebst Geröllen von Kalkstein reichlich auch solche von Jaspis, Quarz, Grünsteinen u. s. w. betheiligen, also von Gesteinen, welche im östlichen Grundgebirge verbreitet sind. Aehnliche Verhältnisse machen sich am Rande der Ablagerung auch weiter südöstlich bei Kakanj, Zgošća, Sutjeska, Vardište u. s. w. geltend, ebenso wie am Nordwestrande bei Stranjane und Gučja Gora. Am linken Bosnaufer, wo wir die ganze geplante Excursion absolviren, macht sich der Einfluss der Kalkunterlage nicht mehr so auffallend, aber doch dadurch bemerkbar, dass alle Schichten durchwegs mehr oder weniger kalkig sind.

Das tiefste Schichtenglied wird gebildet von grüngrauen bis dunkelgrünen, fein- bis mittelkörnigen Sandsteinen mit mergeligem Bindemittel, welche von Mergelschiefern durchschossen, nach oben in lettige Mergel übergehen und namentlich in der tieferen Abtheilung von conglomeratigen Lagen durchsetzt werden. Den Hauptbestandtheil der meist mürben Sandsteine bilden tuffitische Partikeln oder chloritisirter Detritus von basischen Eruptivgesteinen und von Serpentin, welche die Farbe des Gesteines bedingen. Der zuweilen recht bedeutende Glimmergehalt ertheilt manchen Lagen das Gepräge älterer Glimmersandsteine. Die bankweise auftretenden Conglomerate

enthalten häufig neben den vorherrschend grünen Geröllen auch gelbe und rothe Eisenkiesel- und Jaspisbrocken. Vielfach besitzen sie ein thonig-ockeriges Bindemittel und gehen selbst in hocheisenschüssige Bänke über, an deren Verlauf man in offenen Profilen, wie z. B. am linken Bosnaufer unter Drivuša, die zahlreichen kleinen Störungen, von welchen das Gebirge betroffen wurde, deutlich verfolgen kann. Die Schichtung der mergeligen Liegendsandsteine ist oft wenig deutlich, einmal deshalb, weil sie zu grobbankig zu sein pflegt, wobei die Mächtigkeit der einzelnen Bänke zuweilen selbst 3 *m* übersteigt, wodurch in unzulänglichen Entblössungen ein ungeschichtet massiger Eindruck bewirkt wird; und zweitens deshalb, weil sie im leicht zersetzbaren Gestein verwischt wird. Der Sandstein ist erdfeucht nämlich an sich schüttig, und die lettigen Zwischenschichten verursachen häufig Verrutschungen. Lagenweise wird er lufttrocken zwar hart und zähe, häufiger aber löst er sich bis zu losem Sande auf.

Die Mächtigkeit dieses tiefsten Schichtengliedes der Braunkohlenablagerung im engeren Gebiete von Zenica ist anscheinend sehr wechselnd, jedoch der unzulänglichen Aufschlüsse und der mehrfachen Störungen wegen nicht verlässlich abzunehmen. Sie dürfte jedoch kaum mehr als 50 *m* betragen.

In den lettigen Mergeln der hangendsten Partie ist ein Kohlenflötz eingeschaltet, welches nordöstlich von Kamberović am rechten Bosnaufer bei Zenica mehrere Meter Mächtigkeit besitzt und auf dem linken Ufer im scharfen Umbug des Flusses südlich von Tetovo einigermassen aufgeschlossen ist.

Im Hangenden des Flötzes, welches wir als erstes (liegendstes) Liegendflötz bezeichnen, sind dem sandigen graugrünen Letten einige Bänke von dichtem, muschelig brechendem, hochkieseligem Mergelkalk eingeschaltet, der unregelmässige hornsteinartige Concretionen enthält, und weiter aufwärts kommen Einlagerungen von eisenschüssigem Sandstein vor, an welchen Gesteinen, vermöge ihrer grösseren Härte, die Lagerung am besten ausgeprägt ist. Die Schichten verflächen im Mittel unter 18° nach 15^h (Südwesten).

Weiter aufwärts folgen graue bis graugrüne, etwas sandige Mergel, die hellgrau verwittern und nur stark zerpresste, specifisch nicht bestimmbare Petrefacten enthalten, vornehmlich der Gattungen *Fossarulus* und *Limnaea*. Ihnen sind einige von ebenfalls sandigen, dunkelgrauen und grüngrauen Letten begleitete Kohlenschmitze eingeschaltet, die den Vorläufer eines bis 8 *m* mächtigen Kohlenflötzes bilden, welches als zweites Liegendflötz bezeichnet wird.

Im Hangend desselben tritt eine Schichtenserie auf, deren Mächtigkeit bei Zenica auf 200 *m* geschätzt werden kann. Sie besteht hauptsächlich aus Mergeln von hellgrauer bis dunkel bräunlich grauer Farbe, welche durch Verwitterung, infolge der Oxydation des Bitumens, fast weiss werden.

Dieser Horizont ist stellenweise reich an Pflanzenresten, von welchen H. Engelhardt[1]) die folgenden bestimmt hat:

Phragmites oeningensis Al. Br.
Quercus lonchitis Ung.
Castanea Ungeri Heer.
Fagus feroniae Ung.
Rhamnus Gaudini Heer.

In der hangendsten Partie der Mergel, welche nicht selten als bituminöse, plattige Mergelkalke entwickelt ist, treten an einigen Stellen, wie z. B. am rechten Bosnaufer etwa halbwegs zwischen der Zenicaer Brücke und Kamberović oder am linken Ufer im Flusseinschnitt etwa 500 *m* vor dem Bahnwächterhause Nr. 55, lagenweise reichlich fruchtartige Körperchen von etwa 5 *mm* Länge und 1—2 *mm* Breite auf, deren befriedigende Deutung bis jetzt nicht gelungen ist und welche Engelhardt *Carpolithes valvatus* nov. sp. benannt hat.

Von thierischen Resten liegen in denselben Schichten stellenweise massenhaft angehäuft grosse Unioniden *Lampsilis* sp. (vergl. mit *Unio rumanus* Fourn.), wie insbesondere unterhalb des besagten Bahnwächterhauses und bei der Jagodićmühle bei Podbrezje nordwestlich von Zenica; minder häufig grosse Limnäen und *Fossarulus* cf. *tricarinatus* Brus. Der ungünstige

---

[1]) Prilog poznavanju fosilne flore iz naslage smegjeg ugljena u kotlini Zenica—Sarajevo. Glasnik zem. muzeja u Bosni i Hercegovini, XV, 1903, pag. 115. (Die Abhandlung mit 4 Tafeln wird auch deutsch erscheinen.)

Erhaltungszustand der verdrückten Fossilien gestattet eine genauere Bestimmung leider nicht.

Ueber diesen von einigen Kohlenschmitzen durchschossenen Schichten folgt ein bei Zenica 1·2 *m* mächtiges Kohlenflötz, welches, von unten nach aufwärts gezählt, als drittes Liegendflötz zu bezeichnen ist. Es wird überlagert von etwa 35 *m* mächtigen, sandig-lettigen, untergeordnet mergeligen Schichten, die eine gewisse petrographische Aehnlichkeit mit den chloritischen grüngrauen Gesteinen der liegendsten Partie der Ablagerung besitzen. Sie führen ebenfalls schichtweise reichlich Fossilien, namentlich Limnäen und Fossarulen, deren Erhaltungszustand leider Alles zu wünschen übrig lässt. In der Grube macht sich dieses Gesteinsglied durch das starke Blähen der Letten höchst unangenehm bemerkbar.

Nun folgt das bei Zenica 9·5 *m* mächtige Hauptkohlenflötz, über welchem eine Schichtenfolge von zähen und daher ein nur wenig Zimmerung beanspruchendes, festes Deckengebirge ergebenden, mehr oder minder sandigen Kalkmergeln liegt, die am frischen Anbruch licht und dunkel graue und braune Farben besitzen, durch Verwitterung aber hell gelblichgrau oder grauweiss werden. An offenen Lehnen, wie z. B. an der Bosna in der Nähe des Eisenwerkes, oder entlang der Strasse östlich von Zenica in der Nähe des Bahnwächterhauses Nr. 55 erscheinen diese Kalkmergel licht- und dunkelgrau gebändert, was seinen Grund theils in der bänderweise erfolgten Anreicherung mit Bitumen, theils im Wechsel von zähen kalkigen (dunkeln) mit milderen thonigen (lichten) Lagen hat.

Die dichten, oft braunen, bitumenreicheren Lagen pflegen überfüllt zu sein mit leider meist völlig zerpressten Schalen und Deckelchen von *Fossarulus tricarinatus* Brus.; ganz besonders häufig führen diese Schichten jedoch mit einem flachen Saum umgebene und dadurch geflügelt erscheinende, an der Oberfläche körnelige, sowie andere gespitzte Samen, die in der Litteratur bisher sehr mit Unrecht auf *Pinus praesilvestris* Ung. bezogen worden sind. Prof. Engelhardt beschreibt dieselben

unter den Namen *Carpolithes alatus* nov. sp. und *Carp. foveatus* nov. sp.

Diese Schichtenreihe, welche bei Zenica im Mittel 40 *m* Mächtigkeit besitzt, enthält mehrere, z. B. in der Lehne an der Bosna in der Nähe des Bahnwächterhauses Nr. 55 nicht weniger als fünf Kohlenflötzchen von 5 bis 20 *cm* Mächtigkeit und wird überlagert von einem Flötz von local ansehnlicher, jedoch stark veränderlicher Mächtigkeit: dem Hangendflötz. Im engeren Bergbaugebiet von Zenica beträgt die Mächtigkeit desselben 4 *m*; 3 *km* östlich nur mehr 1 *m*; 5 *km* weiter südöstlich fehlt es gänzlich. Ebenso fehlt es nordwestlich von Zenica, wo es jedoch abgetragen zu sein scheint. Im unmittelbaren Liegend des Flötzes pflegen die Schichten von algenartigen Gebilden bedeckt zu sein, die wohl als Kriechspuren zu deuten zu sein dürften. Aehnliche Gebilde treten auch im Hangend der Ablagerung auf, hier wie dort stets nur in Schichten mit zahlreichen Limnäen (*Limnaea* cf. *socialis* Schübl).

Ueber diesem Hangendflötz folgen zunächst stark bituminöse, dunkelgraue, verwittert braune, meist zähe, klingende, dünnplattige Mergelkalke, welche lagenweise sehr reichlich *Fossarulus pullus* Brus. führen und nach oben zu in hellgraue, muschlig brechende, wohlgeschichtete Mergel übergehen, die stellenweise zahlreiche Blattabdrücke und sonstige Pflanzenreste enthalten. In den tieferen Lagen herrscht *Glyptostrobus europaeus* Brongt., stets begleitet von cyrenen- oder pisidienartigen Zweischalern derart vor, dass diese Schichten zutreffend als Glyptostrobusschichten bezeichnet werden können. Dicotyledonenblätter sind hauptsächlich in der hangendsten Partie des Complexes concentrirt, wo sich auch Fischabdrücke (? *Leuciscus* sp.) und schlecht erhaltene Froschreste vorgefunden haben.

Von Prof. Engelhardt wurden aus diesen Schichten vom Bahnwächterhaus Nr. 55 die folgenden Pflanzenreste bestimmt:

Phragmites oeningensis Al. Br.
Glyptostrobus europaeus Brong. sp.
Myrica hakeaefolia Ung. sp.
Betula Brongniartii Ett.
Alnus Kefersteinii Göpp. sp.
Quercus lonchitis Ung.

Quercus myrtilloides Ung.
Castanea atavia Ung.
Ficus lanceolata Heer.
Cinnamomum Scheuchzeri Heer.
Acer trilobatum Stbg. sp.

Einen ähnlichen floristischen Charakter besitzen diese Schichten überall, wo sie entwickelt sind: immer herrscht *Glyptostrobus europaeus* durchaus vor, wozu sich vornehmlich *Acer* gesellt, während die übrigen Blattreste mehr zurücktreten[1]).

Die ganze Gesteinsstufe ist bei Zenica über 200 *m* mächtig, beschränkt sich in anderen Theilen der Ablagerung aber auf wenige Meter oder fehlt auch ganz.

Die nächst höhere Schichtenstufe besteht aus blaugrauen bis schwärzlichen, dünnschichtigen, oft etwas sandigen Mergeln und bröckeligen, schüttigen Thonmergeln, welche sich durch Verwitterung in einen schweren, braunen, schmierigen Lehmboden auflösen. Sie ist auf der linken Seite des Bosnaflusses südlich von Zenica stark verbreitet. Bei Drivuša und besonders in der Erstreckung von Potok und Prasnice über Razpotočje gegen Stara Zenica besitzt sie über 300 *m* Mächtigkeit, wogegen sie an anderen Orten wieder sehr zusammenschrumpft. Dies ist der Fall hauptsächlich dort, wo sie von groben Sandsteinen und Conglomeraten durchsetzt oder überlagert wird. Durch dieses Abhängigkeitsverhältniss und die oftmalige Wechsellagerung, welche z. B. zwischen Janjići und Lašva südlich von Zenica vortrefflich beobachtet werden kann, erscheinen die beiden petrographisch so verschiedenen Gesteine als heteropische Bildungen.

Westlich von Zenica sind die Conglomerate auf Kosten der schüttigen Thonmergel, südöstlich von Zenica dagegen diese letzteren auf Kosten der Conglomerate zur mächtigen Entwicklung gelangt. Innerhalb der Conglomeratstufe verändern die Mergel insofern ihre Beschaffenheit, als sie sandiger und fester werden.

---

[1]) Aus diesen Schichten hauptsächlich scheinen die Pflanzenreste zu stammen, welche F. Krasser (Annalen des Hofmuseums, V, 1890, Not. pag. 91) von Zenica bestimmt hat.

Die **Conglomerate** bestehen wesentlich aus Kalk- und Dolomitgeröllen, die local, wie z. B. bei Stara Zenica, einen Durchmesser von mehr als einem halben Meter erreichen, meistens aber bedeutend kleiner sind. Zu ihnen gesellen sich Gerölle von Phyllit, Sandstein, Mergel und wenig Quarz. Die feinkörnigen Abarten werden als Baustein, gewisse quarzreiche rauhe zur Mühlsteinerzeugung verwendet; die groben zähen Conglomerate bilden auf den Rücken und Lehnen der Berge häufig burgähnliche Erosionsformen. Westlich von Zenica in den nördlichen Gehängen an der Strasse nach Čajdraš enthalten manche Bänke der zwischen die Sandsteine und Conglomerate eingeschalteten Mergel, die hier vorwaltend eine röthliche Farbe besitzen, zahllose Fossilien. Von thierischen Resten sind es insbesondere:

Congeria croatica Brus.
Cong. Fuchsi Pil.
Cong. cf. *zagrabiensis* Brus.
Limnocardium sp.
Melania Escheri Mer.
Melania nov. sp.
Melanopsis arcuata Brus.
Mel. cf. *Visianiana* Brus.
Limnaea sp.

Sehr häufig sind in gewissen Lagen algenähnliche Kriechspuren.

Bei Razpotočje liegen in diesen Schichten neben kleinen Schnecken zahlreiche *Cypris*-Schalen.

Von Pflanzenresten kommen in den plattigen Mergeln am Uebergang in die Conglomeratstufe bei Janjići nach Bestimmungen H. Engelhardt's hauptsächlich die folgenden Arten vor:

Pinus hepios Ung. sp.
Andromeda protogaea Ung.
Cinnamomum lanceolatum Ung. sp.
Banksia longifolia Ung. sp.
Myrica vindobonensis Ung.

In den mergeligen Zwischenlagen der oberen Horizonte der Conglomeratstufe sind:

Phragmites oeningensis A. Br.
Glyptostrobus europaeus Brong. sp. und
Cinnamomum polymorphum A. Br. sp.

gewöhnliche Erscheinungen. Namentlich *Cinnamomum*-Blätter finden sich sehr häufig, und zwar nicht nur hier, sondern in den

SW. NO.

Bosnathal.

Hangendschichten. Flötzführende Schichtengruppe. Liegendschichten.

Abb. 27. Profil durch die Zenicaer Braunkohlenablagerung.

K Kreidegrundgebirge. — 1 bis 13 Binnenlandtertiär, und zwar 1 bis 11 Oligocän, 12, 13 Miocän. 1 *a* Conglomerate, 1 *b* Süsswasserkalke, 1 *c* Sandstein mit Conglomerateinschaltungen; diese drei Unterstufen vertreten sich zum Theil gegenseitig. Die Stufen 2 bis 13 entsprechen der nebenstehenden, mit denselben Zahlen bezeichneten Schichtenfolge.

Schichten desselben Horizontes in der ganzen Zenica-Sarajevoer Ablagerung.

Mit der mehrere Hundert Meter mächtigen und nach Westen und Südwesten ungemein verbreiteten Conglomeratstufe findet die Entwicklung der Braunkohlenablagerung im engeren Gebiete von Zenica nach oben zu ihren Abschluss. Der leichteren Uebersicht wegen sei die Schichtenfolge nochmals kurz wiederholt. (Vergl. das Profil Abb. 27.)

Oben:

13. Kalkconglomerate, durchschossen von local versteinerungsreichen Mergeln. Bis 600 *m* mächtig.
12. Sandige Kalk- und schüttige Thonmergel, in braunen Lehm verwitternd. Bis 300 *m* mächtig.
11. *Glyptostrobus*-Schichten, das heisst dünnplattige Mergelkalke, reich an *Glyptostrobus*-Resten, anderen Pflanzen und Zweischalern. Bis 200 *m* mächtig.

NO.

10. Hangendkohlenflötz, bei Zenica 4 *m* mächtig.
9. Kalkmergel, etwas sandig, voll *Carpolithes alatus* und *Carp. foveatus,* durchschossen von einigen Kohlenschmitzen. 40 *m* mächtig.
8. Hauptkohlenflötz, bei Zenica 9·5 *m* mächtig.
7. Sandig-lettige Mergel, zum Theil blähend. 35 *m* mächtig.
6. Oberstes (drittes) Liegendflötz, 1·2 *m* mächtig [1]).
5. Graue Mergel, in der Hangendpartie von Mergelkalken durchschossen und lagenweise reich an Unionideen und *Carpolithes valvatus.* Bis 200 *m* mächtig.
4. Mittleres (zweites) Liegendflötz, bei Zenica 8 *m* mächtig.
3. Grüngraue sandige Mergel, in der Liegendpartie von kieseligen Mergelkalken durchschossen. Etwa 250 *m* mächtig.
2. Unterstes (erstes) Liegendflötz, bei Zenica einige Meter, sonst aber meist weniger mächtig.
1. Grüngraue Mergelsandsteine und Conglomerate, zum Theil auch Süsswasserkalke, etwa 50 bis 100 *m* mächtig.

Unten.

Die Gesammtmächtigkeit der Braunkohlenablagerung erreicht somit bei Zenica rund 1700 *m.*

Der dortige Kohlenbergbau bewegt sich gegenwärtig vorzugsweise im Hauptflötz, von dessen über 9·5 *m* betragender Mächtigkeit gegen 7 *m* auf Kohle entfallen; ferner zum Theil auch im Hangendflötz und im zweiten (mittleren) Liegendflötz, welche je etwa 4 *m* abbaufähiger Kohle enthalten [2]). Eine bemerkenswerthe Qualitätsverschiedenheit besteht zwischen der einen und der anderen Kohle nicht; der Heizeffect beträgt bei allen rund 4500 bis 5000 Cal. Die Braunkohle ist eine

---

[1]) In Zenica wird dieses Flötz gewöhnlich, weil man vom Hauptflötz aus zählt, als erstes bezeichnet. Es sei bei diesem Anlass hervorgehoben, dass sich Herr Bergdirector F. Richter in Zenica um die Klarstellung der Schichtenfolge in dem ihm unterstehenden Bergrevier besonders bemüht hat.

[2]) Die Art der Durchwachsung der Kohle mit zahlreichen Zwischenmitteln ist aus den Flötzprofilen in J. Grimmer's oben citirter Abhandlung, pag. 79 ff., zu ersehen.

schöne compacte Glanzkohle von schwarzer Farbe und muschligem Bruch. Die Jahresförderung macht gegenwärtig rund anderthalb Millionen Metercentner aus, die grösstentheils im Lande selbst verbraucht werden; ein Hauptabnehmer ist das grosse, in der Nähe des Kohlenwerkes errichtete, modern ausgestattete Stahlwerk in Zenica, dessen 150.000 *q* überschreitende Jahreserzeugung an Walzwaaren zum beträchtlichen Theil in die Balkanländer exportirt wird [1]).

Die Tektonik der Zenica-Sarajevoer Braunkohlenablagerung ist recht complicirt. Zahlreiche, zumeist Westnordwest-Ostsüdost streichende Verwerfungen, darunter einige von mehreren Hundert Metern Sprunghöhe, durchsetzten dieselbe, und die ganze Lagerung ist eine einseitig aufgerichtete, indem die Schichten, abgesehen von einem unterbrochenen schmalen Flügel am südwestlichen Rande, durchwegs von der nordöstlichen Umrandung gegen Südwesten einfallen. (Vergl. Abb. 27.) Eine grosse Störung wird von der Bahnstrecke unmittelbar bei der Station Dobrinje verquert und kann auf der Fahrt von Zenica nach Sarajevo vom Coupéfenster aus beobachtet werden. In der näheren Umgebung von Zenica, auf welche sich unsere Excursion beschränken muss, sind zwar bedeutende Störungen durch den Bergbau aufgeschlossen worden, am Tage aber nur wenig deutlich ausgeprägt.

Die oben dargelegte Schichtenfolge werden wir auf einer verhältnissmässig kurzen Excursion fast in ihrer ganzen Entwicklung kennen lernen, und zwar in der Reihenfolge vom Hangend zum Liegend.

Von Zenica begeben wir uns zunächst im Querthal des Kočevacbaches, durch welches die Strasse über Počulica nach Travnik führt, eine Strecke aufwärts. Wir bewegen uns hier im Bereiche der Kalkconglomerate (13), deren sandig-mergelige

---

[1]) Näheres hierüber siehe in der vortrefflichen Schrift von F. Poech: L'Industrie minérale de Bosnie-Herzégovine. Vienne 1900, pag. 17—21 u. 34, ferner in der Abhandlung desselben Autors: Mittheilungen über den Kohlenbergbau in Bosnien, Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwes., 1899, pag. 370.

Zwischenlagen in den Steinbrüchen nördlich von der Strasse an mehreren Stellen voll verdrückter Fossilien sind, namentlich Congerien, Melanien, *Melanopsis arcuata* Brus., ferner Pflanzenresten und Kriech- oder Laichspuren. Näher gegen die Stadt mehren sich die Einschaltungen von sandigen Kalk- und schüttigen Thonmergeln (12), von welchen die Conglomerate unterlagert werden. Da alle Schichten nach Südwesten einfallen, bilden sie in dieser Richtung mässig geneigte Abhänge, auf der entgegengesetzten Seite, gegen das Bosnathal zu, jedoch steile Abstürze, wie die Uzenova stiena und die Krivača. Entlang der Bosna, beziehungsweise des Bahngeleises sieht man die Conglomerate von Mergeln durchschossen und unterlagert bis in die Nähe des Bahnwächterhauses Nr. 54, wo eine grosse Scholle der Conglomerate an einer Störung gegen den Fluss abgesunken ist. Von da ab bis gegen Prasnice bestehen die verwaschenen Gehänge, von kleinen aufgelagerten Conglomeratresten abgesehen, nur aus schüttigen Mergeln, worauf in der Nähe des Bahnwächterhauses 55 eine schöne Entblössung der unter dieselben einschiessenden Schichtenglieder 11, 10 und 9 folgt. Das Hangendflötz (10) ist hier in seiner Mächtigkeit auf etwa 1 *m* reducirt. Die Glyptostrobusschichten (11), welche es überlagern, dürften eine gute Ausbeute von Pflanzen- und Muschelresten ergeben. In den das Hangendflötz unterlagernden Kalkmergeln (9) sind mehrere schwache Kohlenflötze eingeschaltet, deren Begleitschichten ebenfalls Pflanzenreste und im unteren Theil Carpolithen, sowie reichlich zerpresste Planorben führen.

Die tieferen Schichtenglieder sind nur entlang der Bosna unmittelbar über dem Wasserniveau unter der Bahnböschung aufgeschlossen. Man sieht hier das gegen 10 *m* mächtige Hauptkohlenflötz (8), unter diesem die sandig-lettigen Mergel (7), ferner das dritte (oberste) Liegendflötz (6) und die dasselbe unterteufenden Mergel mit Unionideen (5) in gedrängter Entwicklung offen.

Durch die übergreifende Lagerung der schüttigen Mergel (12) wird vom Wächterhaus 55 gegen Osten die weitere

Schichtenfolge (4, 3, 2) am linken Bosnaufer verdeckt, tritt jedoch auf der anderen Seite des Flusses wenigstens in Spuren zu Tage. Unter Drivuša im grossen Knie, welches der Fluss dort macht, sind linkseits nur die liegendsten Schichten (1) entblösst gegenüber der Stelle, wo am anderen Ufer bei Vrača das Grundgebirge bis an die Bosna herantritt.

Abgesehen von einer Entblössung der flötzführenden Hangendschichtenglieder (11, 10 und 9) unterhalb Drivuša, sind auf der ganzen Strecke von Janjići bis Lašva nur die



Abb. 28. Burgähnliche Erosionsgebilde am miocänen Conglomerat zwischen Janjići und Lašva.

Mergel (12), über deren Schichtenköpfe der Fluss in kleinen Cascaden hinwegrauscht, und die Conglomerate (13) entwickelt. Der allmälige Uebergang zwischen den beiden Gesteinsstufen, bewirkt durch die Einlagerung grosser Linsen der Conglomerate in die hangende Partie der zugleich versandenden und fester werdenden Mergel, ist unweit vom Dorfe Janjići sehr schön aufgeschlossen, und wenig weiter flussaufwärts werden die Conglomeratlehnen am linken Ufer ober der Strasse von merkwürdigen burgähnlichen Erosionsformen, Pilzsteinen, Säulen u. s. w. überragt. (Abb. 28.)

Mit der Besichtigung dieser prächtigen Abwitterungsgebilde schliessen wir unsere Excursion im Gebiete von Zenica ab und fahren von Janjići mit der Eisenbahn nach Sarajevo.

Von Janjići bis über Lašva hinaus durchschneidet das Bosnathal die Hangendconglomerate (13), auf welchen auch der Bahnhof von Lašva steht. Da von hier ab der Flusslauf eine ostwestliche Richtung annimmt, alle Schichten aber einseitig nach Südwesten einfallen, gelangen wir auf der Fahrt nach Osten in stets ältere Schichtenglieder des Binnenland-Oligocän nd können dessen Gliederung gewissermassen im Fluge nochmals repetiren.

Unter den Conglomeraten folgen mergelige Sandsteine, durch welche in der südöstlichen Entwicklung der Ablagerung die Conglomerate zum grossen Theil vertreten werden, und Mergel, sodann zwischen den Stationen Gora und Kakanj-Doboj die hier mehr als bei Zenica concentrirte flötzführende Schichtenreihe, in welcher 3 *km* nördlich von der Bahnstation Kakanj-Doboj erst vor kurzer Zeit ein neues Kohlenwerk angelegt wurde, welches heute schon eine Jahresproduction von 400.000 *q* ausgezeichneter Braunkohle, mit einem bis 6000 Cal. erreichenden Heizeffect aufweist.

Infolge des vom Dorfe Doboj ab neuerlich nach Süden gerichteten Umbuges der Bosna kommen wir bei der weiteren Fahrt wieder zurück in die mergeligen und sandsteinartigen Hangendschichten, welche uns nun bis nach Sarajevo begleiten. Die grosse, mit Kalkklippen zusammenhängende Störung bei der Station Dobrinje wurde oben schon erwähnt. Ueber Podlugovi, wo die Flügelbahn in den Eisenerzdistrict von Vareš abzweigt, und über Vogošća, von wo die Schleppbahn in das urwaldbedeckte Mangan- und Zinnobererzgebiet von Čevljanović hineinführt, und vorbei an den Aufbereitungsanlagen des Manganwerkes der Gewerkschaft „Bosnia“ in Semizovac gelangen wir bei Dvor in die Ebene des Sarajevoer Feldes (Sarajevsko polje), an dessen nördlichem Rande hineilend wir nun in Kürze die Landeshauptstadt erreichen.



Abb. 29. Sarajevo von Westen.

Die Berge im Hintergrunde bestehen aus Kalken und Dolomiten des Muschelkalkes und der karnischen Stufe der Trias.

Sarajevo und Ilidže.

Sarajevo ist die Perle unter den Städten Bosniens: nicht nur, weil es als Hauptstadt unter der Fürsorge der Landesregierung in den beiden letzten Jahrzehnten einen ungeheueren Aufschwung genommen hat und nun den westeuropäischen Comfort einer angehenden Grossstadt mit den äusseren Erscheinungen echt orientalischen Lebens vereinigt, sondern hauptsächlich wegen seiner unvergleichlich malerischen Lage.

Der Anblick, welchen das von grünen Gärten eingefasste, an den Gehängen des beckenförmig ausgeweiteten Miljačkathales hoch hinansteigende, von Hunderten Kuppeln, Thürmen und Minaretts überragte Sarajevo namentlich von den östlichen Höhen aus darbietet, sucht seinesgleichen und kann sich mit den berühmtesten Städtepanoramen Europas messen.

Auch in sonstigen Beziehungen bietet Sarajevo so viel des Sehenswerthen, dass die wissenschaftlichen Excursionen wohl gern einen Tag ausgesetzt und dieser den Besichtigungen gewidmet werden dürfte, um so mehr, als dabei das fachliche Interesse ebenfalls mancherlei Anregung finden wird.

Zur Orientirung über die geologischen Verhältnisse der nächsten Umgebung der Landeshauptstadt dürfte ein rascher Ueberblick genügen.

Alle Berge in der östlichen Umrandung von Sarajevo gehören der Trias an (Abb. 29), nur die niedrigeren Hügelzüge im Westen, namentlich nördlich von der Miljačka, bestehen aus tertiären Binnenlandbildungen des Südendes der Zenica-

Sarajevoer Braunkohlenablagerung, deren Schichten stellenweise hoch an den Triasgehängen hinaufreichen und zum grossen Theil auch den unmittelbaren Untergrund der Stadt selbst bilden. Der Boden des Miljačkathales und die weite Ebene des Sarajevsko polje, in welchem sich die Miljačka und Željeznica mit der Bosna vereinigen, wird von diluvialen und alluvialen Ablagerungen, vornehmlich Schottern, eingenommen, welche sich transgredirend über die Schichtenköpfe der abradirten Unterlage hinweg ausbreiten. Diese besteht im Miljačkathale, sowie im östlichen und nördlichen Theile des Sarajevsko polje aus den jüngsten Stufen des Zenicaer Binnenlandtertiärs, im südlichen Abschnitt jedoch theilweise auch aus Schichten der untersten Trias.

Die südliche und westliche Umrandung des Sarajevsko polje wird nämlich von den Ausläufern der Igman planina gebildet, die selbst wieder ein nördliches Vorgebirge der 2067 *m* hohen Bjelašnica ist, wo sich das meteorologische Hochobservatorium Bosniens und der Hercegovina befindet. Der Igman besteht aus auf Werfener Schichten aufgelagerten Kalksteinen der unteren Trias, der Gipfel der Bjelašnica aus Dachsteinkalken; eine nähere Gliederung der gewaltigen Kalkmassen zwischen diesen beiden Horizonten ist jedoch noch nicht durchgeführt. Dieses mächtige Kalkgebirge ist das Sickergebiet zahlreicher Quellen, darunter auch des sichtbaren Ursprunges des Bosnaflusses, einer auf 3000 Sec. Lit. Minimalergiebigkeit geschätzten, am Fusse des Igman hervorbrechenden Karstquelle (Abb. 30). Ist nun diese schon besichtigungswerth, so darf die inmitten des Sarajevsko polje am linken Ufer der Željeznica entspringende Schwefeltherme des berühmten Badeortes Ilidže sicherlich als geologisches Object ersten Ranges bezeichnet werden.

Das reizend ausgestattete, mit allem Comfort versehene Ilidže [1]) ist sozusagen ein Theil von Sarajevo geworden, trotz-

[1]) Die Bezeichnung von Thermalquellen als Ilidže, abgeleitet vom türkischen ili = warm, lau, ist in Bosnien sehr verbreitet.

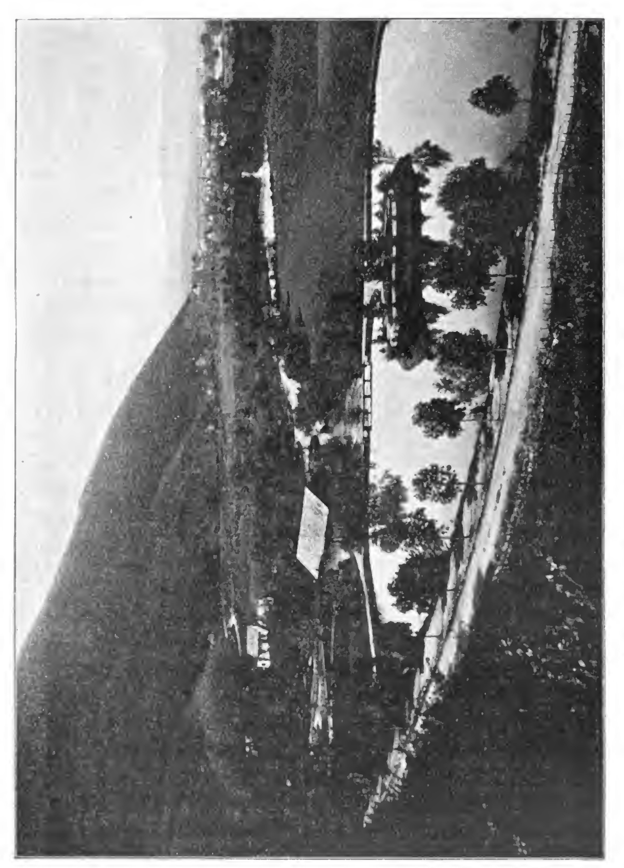


Abb. 30. Die Bosnaquelle am Fusse des Igman bei Ilidže.

dem es 13 *km* von der Stadt entfernt liegt. In kurzen Intervallen verkehren nämlich zwischen dem Bade und Sarajevo vom frühen Morgen bis zum späten Abend Localzüge, welche es den Sarajevoern gestatten, jede freie Stunde in Ilidže zuzubringen und umgekehrt auch den Badegästen es ermöglichen, nach Belieben oft die Hauptstadt aufzusuchen. In der That versammelt sich zu den Nachmittagsconcerten namentlich an Sonntägen halb Sarajevo in den prächtigen Wandelgängen der ausgedehnten Parkanlagen von Ilidže (Abb. 31), und den zahlreichen Badegästen fehlt es niemals, weder an erwünschter Ruhe, noch an abwechslungsvoller Unterhaltung. Und noch einen Vortheil bietet Ilidže: es ist einer von den wenigen vornehmen Badeorten Europas, wo die hervorragend heilkräftige Wirkung der Quellen nicht auch in den Pensionspreisen empfindlich zum Ausdruck kommt.

Die Therme von Ilidže ist ein mächtiger Sprudel, dessen Fassung 500 *m* über dem Meere liegt. Binnen 24 Stunden liefert er 14.000 *hl* Wasser, welches eine natürliche Wärme von 57·5° C. besitzt und auf 10.000 Gewichtstheile nach Analysen von Hofrath Prof. E. Ludwig 24.990 Gewichtstheile fixer Bestandtheile enthält, darunter namentlich Glaubersalz (8·191), kohlensaures Calcium (7·407), Chlorcalcium (5·100), sehr viel Kohlensäure, sowie etwas Schwefelwasserstoff und unterschwefligsaurer Salze. Es ist gleich wirksam bei Trink- wie Badecuren und hat sich als besonders heilkräftig bewährt bei chronischen Krankheiten des Magens und des Darmes, der Milz, Leber, Blase und Nieren, bei chronischen Katarrhen, Gicht, Zuckerruhr und Frauenkrankheiten. Frisch geschöpft ist das Wasser, welches merklich nach Schwefelwasserstoff riecht, farblos und klar, an der Luft trübt es sich jedoch durch Abscheidung von Carbonaten. Diese sind die Ursache des Absatzes von Kalksinter, welcher über den Austrittstellen des Thermalwassers eine Sprudelschale aufbaut, die aus Kalkspath und Aragonit besteht (letzterer auch in Gangform), eine Mächtigkeit von mehreren Metern besitzt und eine Fläche von ungefähr 20 Hektaren einnimmt, gegenwärtig



Abb. 31. Das Thermalbad Ilidže bei Sarajevo.

aber der Beobachtung freilich nur in beschränktem Ausmass zugänglich ist. Die Sinterbildung findet natürlich ständig statt, und es ist diesbezüglich nicht ohne Interesse, dass in einer gewissen Tiefe inmitten des Sinters römische Münzen, Kunstgegenstände u. dergl. gefunden und dass Ueberreste römischer Bauwerke unter einer gegen 2 *m* mächtigen Sinterlage angetroffen wurden. Diese Ruinen, welche beweisen, dass Ilidže schon in den ersten Jahrhunderten der christlichen Zeitrechnung ein sich offenbar grossen Ansehens erfreuendes, splendid ausgestattetes römisches Bad war, befanden sich an der Stelle des heutigen Hôtel „Bosna", unter dessen Portalbau ein Theil der herrlichen Mosaike an der ursprünglichen Stelle bewahrt wurde [1]).

Den Ursprung des Sprudels von Ilidže hat E. v. Mojsisovics auf tektonische Einsturzerscheinungen im Sarajevo-Zenicaer Senkungsfelde zurückgeführt und dabei die Therme mit den Säuerlingen von Kiseljak, Bjelalovac, Busovača u. s. w. in Zusammenhang gebracht. So unmittelbar sind die Beziehungen dieser Mineralquellen nun wohl nicht, was sich schon daraus ergibt, dass die Störungen im südlichen Abschnitt der Zenica-Sarajevoer Binnenlandablagerung viel weniger bedeutend sind als weiter im Norden und dass die genannten Säuerlinge nicht etwa auch im Senkungsfelde, sondern mehr weniger weit von der supponirten Grenze desselben entfernt im triassischen und paläozoischen Gebirge liegen. Ebenso entspringt der allergrösste Theil der Thermen, an welchen Bosnien so ungewöhnlich reich ist, aus diesen alten Schichtensystemen, und wo dies nicht direct der Fall ist, bilden diese Systeme doch die Unterlage der meist nur relativ schwachen jungen Bedeckungen, oder aber es befinden sich Eruptivmassen in der Nähe.

Alle bosnischen Thermen und somit auch jene von Ilidže erscheinen als Einzeläusserungen einer allgemeinen Ursache, nämlich der von subterrestrischen Magmabewegungen begleiteten, den Aufbau Bosniens und der

---

[1]) Vergl. J. Kellner, Römische Baureste in Ilidže bei Sarajevo. Wissenschaftl. Mittheil. aus Bosn. und der Herceg., V, 1897, pag. 131.

Hercegovina beherrschenden grossartigen tektonischen Vorgänge, welche erst in jüngster geologischer Zeit stattgefunden haben (vergl. oben S. 50). Diese beruhen, um es kurz zu sagen, wesentlich in der dinarischen Faltung, durch welche vordem unter mächtigen jüngeren Gesteinsdecken ruhende alte Gebirgsschichten hoch emporgehoben wurden. Die bei diesem Vorgang mit aufgepressten Eruptivgesteine und die denselben nachgeschobenen, wenn auch nicht bis zu Tage durchgebrochenen Magmamassen sind die Wärmespender der Thermen.

Die Trias der östlichen Umgebung von Sarajevo ist berühmt geworden durch ihren stellenweise grossen Reichthum an Versteinerungen, insbesondere Cephalopoden, Brachiopoden und Lamellibranchiaten. Die ersteren gehören hauptsächlich dem (alpinen) Muschelkalk, die letzteren vorzugsweise höheren Stufen der Trias an. Sollten es Zeit und Umstände ermöglichen, kann ein Ausflug durch die wildromantische Miljačkaschlucht zur classischen Ammonitenfundstelle der Trinodosusstufe des oberen Muschelkalkes beim Han Bulog (beziehungsweise Han Vidovice) und bei Haliluci unternommen werden. Wenn auch auf den schon stark ausgebeuteten Fundorten Versteinerungen massenhaft kaum gefunden werden dürften, so lohnt sich die mühelose Excursion doch, weil sie einen Einblick in den gestörten Bau der Trias von Sarajevo gewährt.

Die wohlgeschichteten Kalke, auf welchen am Ausgang der Miljačkaschlucht das Castell von Sarajevo steht, gehören der karnischen Stufe an. Durch eine Störung, welche von Südost nach Nordwest ziemlich parallel zum Miljačkathale zu verlaufen scheint, gelangen etwa von der Moščanicamündung an Muschelkalke scheinbar über die karnischen Kalke, und im Défilé zwischen dem Šimino brdo einerseits und dem Orlovac anderseits kommen (beim dortigen Han) auch Werfener Schiefer zu Tage. Die Kalke halten dann bei wechselnder Schichtenstellung ununterbrochen an bis zum Novi Han Bulog, wo sich auf der rechten Seite der Miljačka um Hodžidjed Werfener Schichten mächtig entfalten und entlang der Strasse bis zum Han Vidovice hinziehen. Sie fallen nach Süden bis Südwesten

unter die Muschelkalke ein, in welchen sich in der Strassenserpentine unterhalb des Han der berühmte „Han Bulog"-Cephalopoden-Fundort befindet.

Sollte es möglich werden, die Aussichtswarte der Sarajevoer — den Trebević — zu besuchen, dann würde sich



Abb. 32. Kalkfelsen der karnischen Triasstufe am Ausgang der Miljačkaschlucht in Sarajevo.

Gelegenheit bieten, auch dort die höheren Kalkstufen der Trias zum Teil in fossilienführender Ausbildung kennen zu lernen, insbesondere die an Halobien und Daonellen reichen karnischen (Hallstätter) Kalke des Dragulac. Diese Excursion wird aber jedenfalls mit einer zweiten collidiren müssen, welche des besonderen Interesses wegen von Sarajevo aus durch das Stavnjathal in den Eisenerzdistrict von Vareš beabsichtigt ist.

Der Eisenerzdistrict von Vareš.

Die alte Bergstadt Vareš, seit Jahrhunderten der Sitz einer ehemals in zahlreichen kleinen landesüblichen Hütten und Hammerwerken zersplitterten, gegenwärtig in einer grossartigen modernen Hochofenanlage concentrirten Eisenindustrie, liegt am oberen Ausgang des Thales der Stavnja. Dieser Bach sammelt seine Wässer in der Zvjezda planina nördlich von Sarajevo und mündet in der Nähe von Podlugovi von der rechten Seite in die Bosna. In seinem Thale ist die Stichbahn geführt, welche Vareš mit der bosnischen Hauptbahnstrecke Sarajevo—Bosn.-Brod verbindet. Der Anschluss findet in der Station Podlugovi statt, von wo aus die Zweigbahn zunächst das flache, von Diluvialablagerungen ausgeebnete Tertiärland überquert, um bei der Haltestelle Sutiščica in das höhere Gebirge einzutreten.

Die lebhaft rothen Gelände um Sutiščica gehören noch dem Binnenlandtertiär an, welches hier wesentlich aus schneckenreichen Süsswasserkalken und aus Kalksandsteinen besteht; erst weiter thalaufwärts drängt sich älteres Gebirge enger und enger an den Fluss heran, so dass der Thalboden kaum Platz bietet für Strasse und Bahngeleise, welche sich neben dem Flussbett hinaufwinden. Der Schienenstrang verlässt auch bald den Thalboden und steigt in das linke Gehänge hinauf, wo er sich namentlich jenseits der Haltestelle Paitov han in beträchtlicher Höhe hinzieht, Fluss und Strasse tief unter sich lassend.

Die Felsen, in welche das Stavnjathal eingeschnitten ist, sind bis in die Nähe der Kopfstation der Eisenbahn fast durch-

wegs Kalksteine, in welche nur an zwei Stellen mergelige und sandige Schiefer eingeschaltet sind. Von den Kalksteinen, die bis jetzt ausser Spuren von Korallen und Brachiopoden leider keinerlei Versteinerungen ergeben haben, scheinen die nächst Sutiščica anstehenden nach ihrem petrographischen Charakter und nach ihrem Verbande mit dem Kalkgebirge von Sarajevo der Trias anzugehören. Die weiter thalaufwärts mächtig entwickelten, theilweise dünnbankigen und mit fucoidenführenden Mergeln und sandigen Schiefern im Verbande stehenden Kalksteine dürften jedoch jünger sein und möglicherweise zum Jura oder zur Kreide gezählt werden müssen. Alle Schichten streichen sehr gleichmässig von Südost nach Nordwest, das Einfallen jedoch wechselt wiederholt zwischen Südwest und Nordost, entsprechend den mehrfachen Falten, in welche das Gebirge zusammengeschoben ist. Eine Verwerfung oberhalb Sutiščica scheint die Grenze der flachgewölbten älteren Kalke gegenüber den stark zusammengestauchten jüngeren Schichten zu bezeichnen.

In diesen letzteren tritt unmittelbar bei Dabravine, wo sich

SSW. Kralupi (Eisenwerk). Vareš (Stadt). Javornik. NNO.

Abb. 33. Profil von Kralupi über Vareš bis Javornik nach den Aufschlüssen im Stavnja- und Banjathale.
1 Mergelkalke und Schiefer. 2 Eisenerz. 3 Werfener Schichten: 3 Sandstein, 3' Schiefer. K Kohlenschmitz. 4 Dolomit. 4' Zellenkalk. 5 Triaskalke. 6 Jaspisschiefer. 7 Melaphyr. 8 Gabbro.

die ausgedehnten Kohlenmagazine des Varešer Eisenwerkes befinden, eine grössere Störung auf: graugrüne, sandig-mergelige, glimmerige Schiefer mit Fucoidenabdrücken sind in die Kalke eingesackt. Die Schiefer sind kopfständig aufgerichtet bis überkippt, stark gepresst, theilweise gefaltelt und von Calcitadern durchzogen.

Von Dabravine bis zur nächsten Haltestelle beim Paitov han bilden die Kalke eine Faltenmulde, welche nur in der Nähe der Haltestelle eine Störung erfährt. Im letzten Abschnitt der Bahnstrecke von Paitov han bis Vareš sind jedoch die Lagerungsstörungen viel ausgeprägter und bedeutender. Die Schichtenstellung ist ganz allgemein sehr steil bis kopfständig und der Gesteinswechsel ein häufiger. Jenseits der Thalausweitung oberhalb des Paitov han ist eine Störung mit einer theilweisen Ueberkippung der Schichten verbunden, worauf mächtige Kalksteinbänke mit regelmässigem, steilem, südwestlichem Verflächen, sich in gewaltigen Wänden aufthürmend, einen wundervollen Engpass bilden, dessen eine, coulissenartig vorspringende Felswand von der Eisenbahn mittels eines Tunnels durchbrochen wird. Jenseits des Tunnels sieht man ständig dünnschichtige Kalksteine und Schiefer in durchwegs äusserst gestörter, meist kopfständiger Schichtenstellung. Sie halten bis etwa 3 *km* vor der Einfahrt in die Endstation (Vareš) der Bahn an, wo sie von steil nach Südwesten einfallenden sandigen und mergeligen Schiefern und Mergelkalken überlagert werden, die fortab die Stavnja eine lange Strecke aufwärts begleiten. Sie sind das herrschende Gestein in und um Kralupi, wo sie allgemein zu Bauzwecken verwendet und in grossen Steinbrüchen gewonnen werden. Sie führen reichlich Fucoiden, und unlängst gelang es, darin auch Ammoniten zu entdecken [1]). Erst kurz vor der Stadt Vareš, in der Nähe des am rechten Ufer gelegenen Bezirksspitales, stossen sie mit mächtigen Eisenerzlagern zusammen, welche die Grenze bilden gegen-

[1]) Der erste Fund glückte dem Herrn k. k. Markscheider Hans Jaklin, welcher uns davon freundlichst Mittheilung machte.



Abb. 34. Die Bergstadt Vareš von Süden.

Der ganze Vorder- und Mittelgrund des Bildes, sowie der erste hohe Berg rechts: Werf
und die sich daran anschliessende Thalüberquerung: Melaphyr mit aufgelagerter Tri
abschluss im Hintergrunde: Werfener Schichten und Triask

über den typischen Triasgesteinen, in welche das ganze oberste Stück des Stavnjathales eingefurcht ist. (Abb. 33.)

Die Bahnfahrt von Sutiščica bis herauf nach Vareš bietet zwar einige Gelegenheit, die landschaftlichen Schönheiten



·chichten. Die mittleren Berge kscholle. Der äusserste Thal- ıde.

des Stavnjathales flüchtig zu betrachten, gestattet aber freilich nicht, sie so zu geniessen, wie wenn es möglich wäre, die Tour zu Fuss zurückzulegen.

Von Sutiščica bis Dabravine ist das Thal breiter, und seine Gehänge sind weniger steil als weiter aufwärts. Allein, ausser hie und da in durch grössere Fussschleifen bewirkten Ausweitungen, bietet der Thalboden doch auch hier nirgends Raum für Wiesen und Ackergründe, geschweige denn für Ansiedlungen. Die Dörfer (Trtarići, Vardište, Pomenići) liegen hoch oben auf den waldreichen Gehängerücken und sind vom Thale aus nicht zu sehen. Am Thalgrunde selbst stehen nur einzelne Gehöfte (Han) und Mühlen.

Oberhalb Dabravine verengt sich das Thal zur Schlucht. Seine Wände werden steiler und treten enger an einander, so dass in der Thalsohle die Strasse neben dem in zahllosen Windungen dahinrauschenden Flüsschen schwer Platz findet. Der Wald steigt vielfach bis in's Thal hinab, anderorts wieder erheben sich die nackten Felsen, so dass sich im engen Rahmen beständig neue prächtige Ausblicke darbieten.

Schon eine Strecke vor Paitov han, ganz besonders aber jenseits dieser Eisenbahnhaltestelle, wird die Thalschlucht streckenweise zur Klamm. Senkrechte bis überhängende Kalkwände zwängen sich an den Fluss heran, welcher sich durch seine rastlose erodirende Arbeit immer tiefer in die Felsen einsägt. Am Thalgrunde rauscht das über kleine und grosse

Felsstufen in Cascaden schäumend herabstürzende Wasser, und an den steilen Felswänden kann man die Gebilde seiner einstmaligen gleichen Thätigkeit bewundern. Scharfe Felsrippen treten aus den Wänden hervor, merkwürdig dünne, schleier- oder fahnenartige Sculpturen wallen an ihnen herab, grosse Nischen sind in sie eingesenkt, Felsthore und Höhlen stehen hoch über dem Thalgrund offen, — alles Zeugen der gewaltigen lebendigen Kraft des über die Felsen herabstürzenden, an sie anprallenden und von ihnen zurückgeworfenen, sowie der zernagenden Wirksamkeit des in ihrem Inneren circulirenden Wassers.

Kurz vor Kralupi öffnet sich das Thal etwas, bleibt aber trotzdem immer noch verhältnissmässig enge. Die Gehänge entfalten sich mehr, die Böschungen werden flacher und abwechslungsreicher, und in ihrer Bekleidung nehmen neben Wald auch Felder und Wiesen einen breiteren Raum ein. Wir gelangen in die Thalausweitung, in welcher das imposante Varešer Eisenwerk mit seinen weitverzweigten Nebenanlagen Raum gefunden hat. (Abb. 35.)

Dieses Etablissement, welches wohl von keinem anderen für Holzkohlenbetrieb eingerichteten in Europa an Ausdehnung und Leistungsfähigkeit übertroffen wird, hat sich in kurzer Zeit aus verhältnissmässig kleinen Anfängen zu seinem gegenwärtigen Umfang entwickelt. Mit dem Bau der Anlagen wurde im Frühjahr 1890 begonnen, und im August 1891 wurde der erste Hochofen von bloss 36 m^3 Rauminhalt dem Betriebe übergeben. Da derselbe jedoch nicht im Stande war, das für die Hütte erforderliche Roheisen zu liefern, so musste zunächst der Hochofen mehrmals vergrössert werden, bis man sich im Jahre 1895 zum Bau eines zweiten Hochofens von 95 m^3 Inhalt und 260 *q* täglicher Roheisenerzeugung entschloss.

Aber trotz dieser erhöhten Leistungsfähigkeit vermochte das Werk schon binnen Kurzem den Anforderungen doch wieder nicht voll nachzukommen, zumal durch die Eröffnung des Fahrbetriebes auf der Bahnstrecke Podlugovi-Vareš die Absatzverhältnisse sich sehr günstig verändert und sowohl die



Abb. 35. Das Eisenwerk Vareš (Kralupi) im Stavnjathale.

Giesserei als auch die Werkstätten einen bedeutenden Aufschwung genommen hatten. Es wurde daher im Jahre 1898 beschlossen, an Stelle des veralteten kleinen Hochofens vom Jahre 1891 einen neuen grossen Hochofen modernster Construction mit einer Productionsleistung von rund 300.000 *q* Roheisen pro Jahr zu erbauen.

Dieser Hochofen, welcher nun seit drei Jahren im Betriebe steht, ist eine der schönsten und gediegensten Anlagen seinesgleichen, und da neben ihm auch der zweite kleinere Hochofen (vom Jahre 1895) ständig im Betrieb erhalten wird, konnte die jährliche Gesammtproduction des Werkes auf 440.000 *q* Roheisen gesteigert werden. Damit wird nicht nur fast der ganze Eisenbedarf des Landes gedeckt, sondern es findet auch ein recht lebhafter Export statt [1]).

Die Grundlage der Eisenindustrie im Gebiete von Vareš bilden die reichen Eisenerzlagerstätten, welche in einem langen Zuge fast ostwestlich quer über das Stavnjathal streichen und etwa halbwegs zwischen dem Eisenwerke und der Stadt Vareš in grossartiger Weise aufgeschlossen sind.

Die Erzlager, deren Einzelmächtigkeit 40 *m* übersteigt, gehören der Trias an; bei Vareš wurden im Erz selbst bisher nur Spuren von Petrefacten gefunden, weiter entfernt, bei Borovica, kommen darin jedoch Muschelkalk-Ammoniten vor. Die Hangendschichten des Erzlagers sind stellenweise reich an Halobien. Das Erz ist theils Pelosiderit, d. h. thoniger Spatheisenstein und daraus hervorgegangenes Brauneisenerz, theils Rotheisenstein. Von accessorischen Mineralen ist in den ersteren Baryt gemein, Galenit nicht selten; im letzteren kommt nebst einigen anderen rosenrother Aragonit, Chalcedon und als Seltenheit gediegenes Kupfer vor.

Unweit oberhalb des erwähnten Bezirksspitales, aber noch ehe man die Stadt Vareš erreicht, wird das Haupterzlager vom Stavnjathale durchrissen. Auf der linken Seite erhebt

---

[1]) Vergl. F. Poech: L'Industrie minérale de Bosnie-Herzégovine. Vienne 1900, pag. 23—34.

sich der Drožkovacberg. Gewaltige Massen des grauen, pelosideritischen, braun verwitternden Erzes liegen hier in der Lehne



Abb. 36. Der Eisenerz-Tagbau Drožkovac bei Vareš.
Die Terrassen im Pelosiderit und Rotheisenstein; die spitze Kuppe im Hintergrunde (Divinica) Kalkstein, die linke Waldlehne Werfener Schichten; in der Thalsenke theilweise Zellenkalk.

entlang der Strasse offen; sie setzen unter derselben zum Bach fort, überschreiten diesen und steigen jenseits im Berge, auf welchem sich der katholische Friedhof befindet, wieder empor.

Diese pelosideritischen Eisenerze, welche vorzugsweise steinbruchartig gewonnen werden, bilden jedoch nur eine Art Mantel um Rotheisensteine, welche weiter oben im Drožkovac in grossen Massen anstehen und dortselbst durch Terrassenbau — solcher Terrassen gibt es gegenwärtig zwölf — abgebaut werden. (Abb. 36.) Auch vier Stollen durchörtern den Erzkörper des Drožkovac und dienen theils dem Aufschluss, theils der Förderung. Von der spitzen Kalksteinkoppe der kleinen Divinica, welche dem Drožkovacrücken aufgesetzt ist, zieht ein langer Bremsberg herab. Rasselnd fahren darauf die erzgefüllten Wägen (Hunte) thalwärts, und in langen Zügen werden sie auf einer im Gehänge oberhalb der Strasse geführten Schleppbahn zur Hütte befördert.

Von den Erzen, welche vom Drožkovac westwärts über die Stavnja fortsetzen, werden die Rotheisensteine in beiden Thallehnen des vom Dorfe Potoci herabkommenden und sich auf der rechten Seite in die Stavnja ergiessenden Rudapotok oder Varešac in bedeutendem Ausmaasse gewonnen. Das tiefe Thal dieses Baches ist in den Gipfel einer Schichtenwölbung eingeschnitten, d. h. es ist in seinem untersten Abschnitte ein Scheitelthal, in dessen beiden Gehängen die Schichten dachartig von einander wegfallen. Der nördliche Theil des Eisenerzlagers heisst Smreka, der südliche führt nach dem das Erzlager quer durchbrechenden Saski potok (einem Nebenbach des Varešac) den Namen Saski dol oder auch Slatina. Hier wie dort werden die Thallehnen bis hoch hinauf von offen am Tage liegenden Eisenerzmassen gebildet, die auf der Südwestseite von Halobienkalken[1]) bedeckt werden.

Die Erze, welche sich durch ihre tiefrothe Farbe von der Umrahmung der grünen Matten und Wälder lebhaft abheben und einen imposanten Anblick bieten, bestehen vorzugsweise aus Rotheisensteinen von kirschrother und violetter Farbe, sogenannten Blauerzen. Sie werden, obwohl auch Stollenanlagen

[1]) Nach einer gefälligen Bestimmung des Herrn Hofrathes E. v. Mojsisovics mit *Hal. Hoernesi* Mojs.

vorhanden sind, doch hauptsächlich in offenen Abbauen steinbruchartig gewonnen; auch hier sind Bremsberge in Thätigkeit, und eine die Stavnja übersetzende Schleppbahn dient der Zustellung der Erze zur Hütte.

Nach Osten und Westen streicht die Eisenerzzone weiter fort und ist namentlich in der östlichen Fortsetzung von hoher Wichtigkeit. Hier befinden sich grosse Erzmassen an zwei



Abb. 37. Der Rotheisenstein-Bergbau Pržići bei Vareš.
Die Stollen sind in Mergelkalken (Kreide?) angesetzt, die im Vordergrunde des Bildes herrschen und auf welchen auch das Dorf liegt. Die Stollen erreichen das Erz an der Grenze gegen die Trias, welcher die Bergkuppen im Hintergrunde angehören.

Stellen in lebhaftem Abbau, nämlich Rotheisenerze von ganz ausgezeichneter Qualität beim Dorfe Pržići und Brauneisenerze unweit davon am Brezikberge. Diese beiden Bergbaue liegen hoch oben im Gebirge in rund 1100 *m* Seehöhe: Pržići am Rande und Brezik inmitten der ausgedehnten Nadelwälder der Zvjezda planina. Auf Pržići wird gegenwärtig nur Gruben-

bergbau betrieben, und die Erzförderung geschieht mittels mehrerer Stollen (Abb. 37). Auch der Brezikberg ist zwar von Aufschlussstollen durchörtert, aber der Abbau wird terrassenmässig vom Tage aus bewerkstelligt. Von beiden Bergwerken werden die Erze beim Dorfe Pržići zusammengeführt und von dort mittels einer 4 *km* langen Schleppbahn bis zum Abfall des Stavnjathalgehänges oberhalb des Eisenwerkes gebracht, von wo sie über einen gegen 400 *m* langen Bremsberg unmittelbar zur Hütte herabgelangen. Bezüglich der Beschaffenheit der Erze, ihres Schichtenverbandes und ihres wahrscheinlich metasomatischen Ursprunges sei gestattet, auf die oben (S. 23) citirte Abhandlung über Vareš zu verweisen.

Die Werfener Schichten, welche die Erzzone unterteufen, stehen weiter thalaufwärts zu beiden Seiten der Stavnja an. Die Stadt Vareš, welche vom Drožkovacer Bergbau in wenigen Minuten erreicht wird, liegt bis zu ihrem obersten Ende darauf, und überall in den hohen steilen Thallehnen kommen die häufig kopfständig aufgepressten, vielfach gestörten rothen und grünen glimmerigen Werfener Schichten hervor.

Am obersten Ende der Stadt verschmälert sich das Thal noch mehr, was bewirkt wird durch Melaphyrfelsen, die hier einen gewaltigen Durchbruch bilden, welcher ehemals das Stavnjathal vollständig abgeschlossen und dann, als die Erosion schon etwas vorgeschritten war, es noch lange riegelartig überquert haben muss. Die Melaphyreruption erfolgte mindestens erst in der späteren Triaszeit, weil die auf den Werfener Schichten zunächst aufliegenden Kalke noch von den Melaphyren durchbrochen werden. Dadurch wurden von dem nördlicheren zusammenhängenden Triaskalkgebirge einzelne Schollen abgetrennt, die nun allseits isolirt dem Melaphyr aufliegen und sich schon von der Ferne durch ihre hellere Farbe von seinen dunkeln Massen abheben, ebenso wie durch ihre steilen mauerartigen Abstürze gegenüber seinen mehr abgerundeten Erosionsformen. Es sind auf der linken Thalseite der Volijak und die Zekiće stiena, auf der rechten Thalseite die Gašina stiena (stiena = Wand).

Jenseits der Melaphyre folgen weiter im Norden abermals Werfener Schichten, die vorwiegend aus rothen Sandsteinen von echtem Buntsandstein-Habitus bestehen und an einer Stelle einen Braunkohlenschmitz einschliessen[1]). Auf den Werfener Schichten lagern helle Kalksteine, welche in prallen Wänden das eigentliche Stavnjathal im Norden wallartig abschliessen. (Abb. 34.)

Der Abschluss ist indessen kein ganz vollständiger, weil einer der beiden Quellbäche der Stavnja, der von Norden kommende Zarudje potok, sich in die Kalkmassen eine enge Klamm eingesägt hat. Er wirkte erodirend von der Oberfläche, um den Durchbruch durch den Kalkwall zu erzwingen. Der zweite Quellbach der Stavnja, der von Osten kommende Ponikva potok, erreichte dasselbe Ziel durch stille unterirdische Arbeit: in der Nähe des Dorfes Zabrežje verschwindet er in einer Höhle (ponor), und nach einem etwa 500 *m* langen unterirdischen Laufe tritt er aus einem Felsenthor unmittelbar am linken Ufer des Zarudjebaches wieder zu Tage, um sich mit diesem zu vereinigen. So entsteht die Stavnja.

Die hohen, senkrechten Kalkfelsen, aus welchen der Ponikvabach hervorbricht, heissen Svrtak, die gegenüberstehenden Wände der Klamm Stogić oder Ravne stiene. Der ganze Kalksteinwall besitzt nur eine geringe Breite von wenig über einen halben Kilometer. Nahe seiner nördlichen Begrenzung, welche von Eruptivgesteinen, namentlich grobkörnigem, diallagreichem Gabbro gebildet wird, tritt am Thalgrunde des Zarudjebaches eine kühle Therme mit einer ständigen Temperatur von 11° C. zu Tage. Derselben wird Heilkraft zugeschrieben, und von den Ortsansässigen wird sie gelegentlich zu Waschungen benützt. Sie wird Banja (Bad) genannt, wonach auch die Zarudjeklamm als Banjaschlucht bezeichnet zu werden pflegt.

Das Kalkgebirge östlich und westlich von ihr ist stark verkarstet, voll Höhlen, Ponore und Dolinen, Alles jedoch von herrlichem Tannenwald bedeckt, aus welchem nur die steilen

[1]) Vergl. Centralblatt für Mineral., Geol. und Pal., 1902, Nr. 1.

Kalkabstürze kahl aufragen. Es ist sehr leicht zugänglich gemacht durch die beiden Werksstrassen, welche sich vom oberen Ende der Stadt Vareš über die Melaphyrlehnen in weit ausgreifenden Serpentinen zum Triasplateau heraufwinden. Die im rechten Stavnjagehänge aufsteigende Strasse führt nordwärts zum Chrombergwerk Duboštica, die im linken Gehänge die Höhe erklimmende ostwärts nach Očevlje. Beide (mit verschiedenen Auszweigungen) dienen gegenwärtig hauptsächlich der Holzkohlenzufuhr zum Eisenwerke.

Für manchen Besucher von Vareš dürfte es von Interesse sein, etwas über die Geschichte des Ortes und über die Art und Weise der dortigen Eisenerzeugung in früheren Zeiten zu erfahren, weshalb einige darauf bezügliche Bemerkungen hier noch angeschlossen werden mögen [1]).

Nach den Mittheilungen des Pfarrers Fra Franjo Franjković reichen die schriftlichen Aufzeichnungen über Vareš bis auf das Jahr 1643 zurück; der Ursprung des Ortes ist jedoch älter. Beim Einbruch der Türken in Bosnien im Jahre 1463 soll der Hauptsitz der Eisenerzeugung des Gebietes in Duboštica, etwa vier Stunden nördlich von Vareš, gewesen sein, wo sich damals eine katholische Pfarrgemeinde befunden habe. Infolge Ermordung eines türkischen Richters in Duboštica hätte der Sultan anbefohlen, die Mörder mit dem Tode zu bestrafen und die Ortschaft zu vernichten. Demzufolge wanderten angeblich die Familien Ljepovići, Novakovići, Matijevići, Jusići, Benići und Stojkovići unter Führung ihres Pfarrers aus und liessen sich im Stavnjathale nieder, hier eine neue Ansiedlung gründend. So entstand der Sage nach Vareš, dessen Ortstheile noch heutzutage die angeführten Namen der einzelnen dort ursprünglich angesiedelten Familien tragen. Der eigentliche Begründer der Eisenindustrie in Vareš soll aber nach Aufzeichnungen des Klosterarchivs in Sutjeska der türkische Jakup Paša (1486—1489) gewesen sein.

---

[1]) Dieselben entstammen zum grössten Theil einer vom Herrn Eisenwerks-Director A. Słomka von Habdank zusammengestellten, als Manuscript autographirten Monographie über Vareš.

Wann und auf welche Weise nun auch Vareš zur Eisenstadt geworden sein mag, Thatsache ist, dass der Haupterwerb der Bevölkerung seit jeher in der Eisengewinnung beruhte, zu welcher die grosse Menge vorzüglicher Erze natürlichen Anlass bot. Die Erzvorkommen sollen übrigens schon den Römern bekannt gewesen und ein Ort an der Stelle, wo jetzt Vareš liegt, von ihnen Vare vallium genannt worden sein. In dieser, vom Chronisten Franciscanermönch Fermedžin stammenden Angabe offenbart sich aber doch zu deutlich die Absicht, den Namen der Stadt vom Lateinischen ableiten zu wollen. Eher verdienen jene Traditionen Glauben, welche die Gegend von Vareš zur Zeit des berühmten Kulin-Ban (1180—1240) von sächsischen Bergleuten besiedelt sein lassen, weil manche Ortsbezeichnungen, wie Saski dol (Sachsengraben) und Saski potok (Sachsenbach), sowie verschiedene berg- und hüttenmännische Kunstausdrücke, wie ort, šlaknja (Schlacke), smeočar (Schmelzer), forma (Form), unzweifelhaft deutschen Ursprunges sind. Allerdings können diese Benennungen auch erst in jüngerer Zeit von den Bergbauen der weiteren Umgebung, insbesondere von Borovica und Olovo (Silber, Kupfer und Blei), her übernommen worden sein.

Die Erzgewinnung wurde zunftmässig durch Bergleute betrieben, welche Kameradschaften von vier bis sechs Mann bildeten. Der Abbau geschah tagbaumässig oder mittels kleiner gezimmerter und auf Steigbäumen befahrbarer Schächte, welche besonders dann angelegt wurden, wenn nur eine bestimmte Erzschicht ausgebeutet werden sollte. Die Förderung geschah in Holzkübeln oder Ziegenhäuten mittels Bastseil und hölzernem Handhaspel. Das gewonnene Erz wurde nach Mengen von 60 tovar (1 tovar gleich 76·8 *q*) bemessen, die nado genannt wurden. Ein nado reichte aus, um einen landesüblichen, kleinen, höchstens 5 *m* hohen Hochofen drei Tage lang zu betreiben [1]). Die Gewinnung der Erze geschah nur auf ärarischem Grund

[1]) Eine gelungene Abbildung einer solchen alterthümlichen landesüblichen Eisenhütte (Majdan) enthält F. Poech's oben citirte instructive Schrift: L'Industrie minérale etc., pag. 24.

(carskoje zemljište) und war abgabefrei. Als beste Erze galten die Rotheisensteine von Smreka und Saski dol; verschmolzen wurden die Erze ausschliesslich mittels harter Holzkohle ohne Kalkzuschlag. Der erste Abstich erfolgte meist schon nach zehn Stunden und ergab etwa 50 Oka (d. i. 64 *kg*) minderwerthiges Eisen, welches bosnisch prt oder madža genannt wurde. Auch die weiteren Abstiche erfolgten in beiläufig je zehnstündigen Zwischenräumen, jedoch stets nur drei Tage hindurch, in welcher Zeit, wie erwähnt, ein nado regelmässig verschmolzen werden konnte. Dann wurde das Blasen abgestellt, die Brust des Ofens geöffnet und der etwa 300 oka schwere Klumpen Eisen, welcher auf dem Bodenstein lag, herausgehoben. Dieses Eisen war schon halb schmiedbar und wurde im Preise bedeutend besser gezahlt als die gewöhnliche madža. Hierauf wurde der Ofen wieder vermauert, beschickt und die zweite Schmelzung vorgenommen, welche abermals drei Tage dauerte, so dass, falls der Ofen keine grösseren Reparaturen erforderte, in einer Woche zwei Schmelzungen vorgenommen werden konnten. Mit dem ersten Anblasen wurde gewöhnlich am Montag mit Tagesanbruch begonnen, und am nächsten Samstag abends wurde der letzte Abstich beendet. Zur Bedienung eines Ofens waren ein Schmelzmeister (smeočar) und drei Gehilfen erforderlich, welche ohne eigentliche Schichteintheilung abwechselnd beim Ofen selbst schliefen. Der Verkaufspreis des halbschmiedbaren Bodeneisens betrug im Mittel nach jetzigem Geldwerth pro 1 *q* rund 10 *K*, der Preis des gewöhnlichen Roheisens (madža) etwa 6 *K* (5 Mark).

Die Erzeugung von schmiedbarem Eisen aus dem Roheisen geschah meistens, aber nicht immer, in derselben Hütte, in welcher der Hochofen stand, auf einfachen Frischherden, bosnisch ognjište, in welche der Wind mittels zwei Spitzbälgen eingeführt wurde. Es wurden durchschnittlich je 30—40 oka (also nicht ganz 50 *kg*) Roheisen auf einmal umgeschmolzen. Das einmalige Ueberschmelzen wurde var (Hitze) genannt, und die Anzahl der „Hitzen“ hing davon ab, welche Waare aus dem Frischeisen erzeugt werden sollte. Die weitere Verarbeitung

der erhaltenen Luppen (Schmiedeeisenklumpen) erfolgte meistens in demselben Frischherde, welcher zum „Hitzen“ diente, und wurden auf solche Weise namentlich Radreifen, Bandeisen, Gittereisen, Pflugscharen, Bleche, Broddeckel, Feuerschaufeln, Krampen, Bergeisen u. dergl. ausgearbeitet; nur die Nagel- und Feinschmiede, welche die besseren kleineren Waaren erzeugten, als Nägel, Hacken, Hauen, Pferdekämme, Steigbügel, Zangen, Kaffeemühlen u. a., bedienten sich besonderer Ausheizherde.

Die Verkaufspreise der fertigen Zeugwaaren unterlagen je nach der Gattung der Erzeugnisse und nach der Nachfrage bedeutenden Schwankungen; die Industrie blieb aber im Allgemeinen stets recht lohnend, da ein geschickter Vorarbeiter auch 8 *K* täglich zu verdienen imstande war. Der Absatz beschränkte sich nicht nur auf Bosnien und die europäische Türkei, sondern ging selbst nach Kleinasien, Arabien und Egypten, und zur Blüthezeit der alten Varešer Eisenindustrie sollen manchmal ganze Karawanen von Tragthieren tage- und wochenlange auf die fertigen Waaren gewartet haben.

Damals besass Vareš 25 Schmelzöfen und 31 Schmiedefeuer und von den Ortschaften in der Umgebung Borovica 3 Schmelzöfen und 3 Schmiedefeuer, Duboštica 2 Oefen und 2 Feuer, Vijaka 2 Oefen und 5 Feuer, Očevlje 5 Schmiedefeuer; ausserdem gab es damals in Vareš gegen 50 Kleinschmiede und einige auch in Vijaka und Krčevina. Alle diese Zeugwaarenerzeuger mussten Steuern zahlen, und zwar einen Zehent in natura, welcher einmal jährlich eingehoben und in Sarajevo veräussert wurde, während, wie oben erwähnt, die Roheisenerzeugung gänzlich abgabefrei war. Uebrigens brachte auch der Zehent von den Zeugwaaren der ottomanischen Regierung angeblich pro Jahr kaum 8000 bis 10.000 *K* jetzigen Geldes ein.

Gegenwärtig sind von dieser einstmaligen stark verzweigten Eisenindustrie im Stavnjathale, und zwar in Vareš selbst, nur noch spärliche Reste, nämlich einige kleine Hammerwerke mit Wasserbetrieb am oberen Ende der Stadt, erhalten. Diese ver-

arbeiten Alteisen oder beziehen ihr Roheisen vom Werke in Kralupi. In der Umgebung ist die Industrie fast gänzlich erloschen, was begreiflich ist, weil die kleinen Erzeuger mit ihren unverhältnissmässig hohen Gestehungskosten einer Concurrenz mit dem grossen, alle Finessen der modernen eisenmetallurgischen Technik ausnützenden Werke selbstverständlich nicht gewachsen sind. Einen Schaden hat aber Vareš davon gewiss nicht, weil die gute Hälfte seiner Bewohnerschaft direct und sozusagen die andere Hälfte indirect vom Eisenwerke ihren Erwerb bezieht, also, bildlich gesprochen, nach wie vor vom Eisen lebt.

Jajce und Jezero.

Die Eisenbahnfahrt von Sarajevo nach Jajce geht zunächst im Bosnathal auf bekannter Strecke bis Lašva; dort findet die Abzweigung der Bahn statt, welche über Travnik und Dônji-Vakuf nach Jajce führt.

Im unteren Theile des Lašvathales stehen beiderseits die Hangendconglomerate der Zenica—Sarajevoer Braunkohlenablagerung (13 des Profiles S. 124) an, und zwar bis zur Station Busovača ununterbrochen, von dort ab nur stückweise bis gegen Han Compagnie (Vitez), wo das Tertiär endgiltig verlassen wird. Nördlich von der Bahnstrecke breitet es sich aber noch mächtig aus und baut hier das ganze stark coupirte, in einzelnen Bergen 900 *m* Seehöhe (Strmac 929, Pečarnica 964 *m*) übersteigende Mittelgebirge auf, welches bis gegen Travnik heranreicht. Zwischen Busovača und Vitez zieht die Bahn am Rande der Ablagerung hin, und man sieht hier wiederholt sehr deutlich die Auflagerung der Conglomerate auf der unregelmässig geformten Unterlage der Triaskalke und Dolomite. Bei Vitez weitet sich das Lašvathal bedeutend aus, und die auf dem Thalboden bleibende Bahn bewegt sich ständig auf Diluvium, durch welches nur stellenweise Kalk- und Dolomithügel durchbrechen, wie insbesondere der Grbavicaberg bei der Haltestelle Bila. Erst bei der Station Dolac verengt sich das Lašvathal jählings: im Norden erheben sich die Kalkabstürze der Vlasić planina, im Süden die Gehänge des Schiefergebirges, auf welchem zwischen Dolac und Travnik auch auf dem rechten Lašvaufer eine überschobene Kalkscholle aufliegt.

Das Alter der Vlasićkalke ist noch nicht genau festgestellt, da sie bis jetzt nur unbestimmbare Spuren von Fossilien geliefert haben. Nach gewissen Anzeichen scheinen sie jünger als Trias zu sein. Ihr Steilabsturz bei Travnik entspricht einer Störung, an welcher die permischen glimmerig-kalkigen Schiefer der Stadt Travnik und des dieselbe im Süden umgebenden Gebirges absetzen. Phyllit- und Kalkbreccien begleiten die Verwerfung.

Diese Umstände und die Thatsache, dass die Schiefer von Travnik in der Nähe der Eisenbahnstation Dolac von groben Sandsteinen und Conglomeraten überlagert werden, welche kaum anders denn als Grödener Schichten gedeutet werden können, sind bestimmend für die Zuweisung der Schiefer zum Perm. E. v. Mojsisovics[1]) hatte dieselben als Werfener Schichten aufgefasst. Träfe dies zu, dann müsste das ganze Schiefergebirge zwischen Travnik und Bugojno ebenfalls der Trias angehören, weil die Schiefer des höheren Gebirges im Vilenica-, Mravinjac- und Lupoglavgebiete absolut nicht von jenen, die unmittelbar bei Travnik anstehen, getrennt werden können. Es müssten dann aber auch alle Schiefer der Gegend von Dônji-Vakuf und vrbasabwärts bis Jajce als Werfener Schiefer aufgefasst werden, wozu es ganz und gar an paläontologischen Anhalten fehlt. Allerdings ist der petrographische Habitus vielfach ein solcher, wie er auch bei echten Werfener Schiefern vorkommt; allein bei dem in Westbosnien allgemein bestehenden engen Verbande zwischen Grödener und Werfener Schichten und den allmäligen Uebergängen zwischen beiden kann nur die Fossilienführung über die Alterszugehörigkeit der fraglichen Schiefer endgiltig entscheiden.

Mehrere von den Quellen, welche aus den Kalken der Vlasićgehänge hervorbrechen, lagern Kalktuff ab. In den grossen Steinbrüchen oberhalb des Bahnhofes von Travnik wird sowohl der feste als der zu Sand zerfallene Travertin zu Bauzwecken gewonnen. Die östlich von hier befindlichen

[1]) Grundlinien etc., pag. 51 und Karte.

türkischen Friedhöfe im Stadttheil Uz groblje liegen ebenfalls auf Kalktuff, auf welchen ehedem dort auch Steinbrüche bestanden. Ebenso steht der Uhrthurm (Kula sat) auf Kalktuff, welcher auch den vom Thurm nach Nordosten streichenden Rücken bildet. Alle diese Tuffbildungen haben Schiefer zur Unterlage.

Die Schiefer halten beiderseits der Bahn bis Turbe an, wo, noch ehe man die Station erreicht, von Norden Kalke und Dolomite bis tief in's Thal heruntergehen. Jenseits Turbe gabelt sich die Lašva; von Nordwesten kommt der eigentliche Lašva-Quellbach (Velika Lašva), berühmt durch ausgedehnte Goldseifen, welche schon von den Römern verwaschen wurden, und von Südwesten die Komarčica oder Mala Lašva, in deren Thal die Eisenbahn hinaufzieht. Auch hier sind, namentlich bei Trebeuša dônja, ansehnliche Ueberreste uralter Goldwäschereien vorhanden. Das Schotterland am Zusammenfluss der beiden Bäche unter Varošluk ist besät mit mittelalterlichen Grabsteinen (sogenannten Bogomilensteinen); einer davon an der Strasse nach Komar ist als Wackelstein auch geologisch interessant. Er besteht aus einer sockelartigen Schieferplatte, auf welcher ein Kalksteinblock von Sarkophagform aufruht, jedoch infolge der Abwitterung nur noch mit einer so kleinen Fläche, dass er trotz seines Gewichtes von vielen Centnern durch einen leichten Druck mit der Hand in's Schwanken gebracht werden kann.

Auf der Fahrt thalaufwärts begleiten uns ständig permische Schiefer und Sandsteine bis nahe zum Komarsattel, wo wir die durch Zellen- und Rauhkalke bezeichnete obere Grenze des Perm erreichen. Diese von glimmerigen (Werfener?) Schiefern durchschossenen, an zahlreichen Orten geringe Hämatitausscheidungen enthaltenden, nur ganz untergeordnet dolomitischen Gesteine entsprechen in ihrer stratigraphischen Stellung etwa dem Bellerophonkalk. Sie wechsellagern mancherorts, wie z. B. eben am Komarsattel, mit Gyps- und Anhydritbänken, theilweise von kleinoolithischer Ausbildung, sehr ähnlich jener der oberoligocänen oder untermiocänen Gypsschiefer im Dolovski

potok bei Lopare am Nordfusse der Majevica (vergl. S. 77). Die Lagerung ist mehrfach gestört, namentlich zieht am Südabfall des Igralište und Katunište ein bedeutender Bruch durch. An diesen stossen von Norden zähe grobe Kalkconglomerate an, die wohl als Verrucano gedeutet werden dürfen; sie haben das gesammte Material für die Ausmauerung des langen Tunnels vor der Station Komar, die Böschungsverkleidungen u. s. w. geliefert.

Der Tunnel durchbricht die Wasserscheide zwischen der Komarčica und dem Jablanbach, beziehungsweise im weiteren Sinne zwischen der Bosna und dem Vrbas. Die Station Komar liegt schon im Wassergebiete des Vrbas. Von ihr bis jenseits der Station Oborci, bis zu welcher des starken Gefälles wegen die Strecke als Zahnradbahn eingerichtet ist, wird das Jablanthal, in welchem der Bahnstrang hinzieht, beiderseits hauptsächlich von braun verwitternden Rauh- und Zellenkalken flankirt. Schiefer sind im Thaltiefsten untergeordnet, entfalten sich aber im höheren Gebirge sehr mächtig. In der Glavica (969 *m*) bei Radulovići werden sie von einem quarzporphyritartigen Eruptivgestein durchbrochen, welches seinerzeit beim Bahnbau ausgedehnte Verwendung fand und gegenwärtig zur Strassenbeschotterung dient. Das Gestein scheint einerseits zu den Quarzporphyren der Vratnica und Radovan planina, anderseits zu den Quarzdioriten von Jajce und Jezero in Beziehungen zu stehen. Es ist einer jener Eruptivstöcke, an welchen die Umgebungen von Travnik, Dônji-Vakuf, Jajce, Bugojno und Prozor so reich sind.

Die Zellenkalke von Oborci werden näher gegen Dônji-Vakuf von phyllitischen, oft kalkigen Schiefern unterlagert, welchen bei Elezovac ein mächtiges Gypslager eingeschaltet ist, worin sich eine grosse Höhle befindet. Die weiterhin folgenden Rauhkalke sind älter als jene des Komarsattels, gehören jedoch auch dem Perm an, ebenso wie die theils schieferigen, zuweilen cipolinartigen, theils grobbankigen und krystallinischen Kalke, auf deren Gehängen der nördliche Theil von Dônji-Vakuf erbaut ist, während der südliche Theil der Stadt und der Bahnhof in der Diluvialebene des Vrbas liegen. Die diluvialen

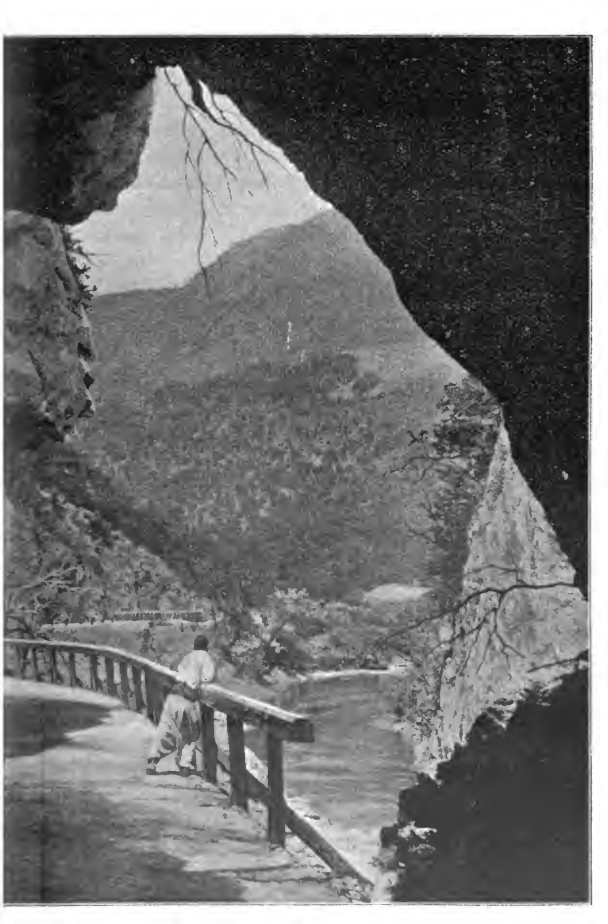
Ablagerungen steigen übrigens besonders südöstlich von der Stadt zu ansehnlichen Höhen auf und verdecken den Untergrund, welcher aber überall, wo sich Aufschlüsse vorfinden, aus permischen Schiefern besteht. Aus diesen müssen somit die Salzquellen hervorbrechen, welche unweit des Bahnhofes auf der linken und unterhalb des Nezić auf der rechten Seite des Vrbas im Diluvium Lachen füllen. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass diese Salzquellen mit den Gypslagern der Gegend im Zusammenhang stehen.

Von Dônji-Vakuf an folgt die Eisenbahn nach Jajce beständig dem Vrbas, dessen romantisches, oft schluchtartig verengtes, waldreiches Thal bis in die Nähe der Station Babino selo auf der linken Seite von mächtigen Diabasporphyrit- und Melaphyrmassen, auf der rechten von permischen Schiefern und Kalksteinen eingeschlossen wird. (Vergl. Abb. 2 auf S. 10.) In dem scharfen Umbug des Vrbas vor der Station treten die dunkeln Eruptivgesteine auch auf das rechte Ufer herüber, wohingegen umgekehrt der Rücken oberhalb des Stationsgebäudes aus Kalk besteht.

Auf der Weiterfahrt sieht man links (westlich) von der Bahn fast beständig Eruptivmassen, welche glimmerig-kalkige, öfters steil aufgepresste Schiefer durchbrechen und in den mächtigen Gehängeschuttmassen, die mehrmals an das Bahngeleise herantreten, in grossen Blöcken dominiren. Am anderen (östlichen) Ufer des Vrbas wechseln Kalke und phyllitartige, kalkig-glimmerige Schiefer mit einander ab. Die Thalausweitung vor Vinac ist mit diluvialen Schottern ausgefüllt. Die auf dem rechten Vrbasufer gegenüber vom Bahnhof prächtig gelegene Burgruine von Vinac steht auf einem 100 *m* hohen Kalkfelsen, welcher einen Grat der mächtigen Kalkscholle bildet, die sich auf der rechten Seite des Flusses weithin entfaltet, während sie auf das linke Ufer nur in der Nähe des Bahnhofes mit einem Ausläufer hinübergreift. Wie die Schiefer ringsum, so gehören auch diese dunkelgrauen bis schwarzen, theilweise als Rauhkalke ausgebildeten Kalksteine dem Perm an und sind dem Bellerophonkalk gleich zu stellen.



Abb. 38. Jurakalkfelsen in der Vrbasschlucht



beim Strassentunnel nördlich von Jajce.

Jenseits Vinac gelangen wir in die engere Umgebung von Jajce, eine der landschaftlich reizvollsten Gegenden Bosniens und zugleich eines der geologisch interessantesten Gebiete des Landes.

Jajce spielt in der Geschichte Bosniens eine grosse Rolle. Es bestand schon zu Ende des 14. Jahrhunderts als feste Burg in der damals kroatischen Župa Pliva und nahm eine so rasche Entwicklung, dass es um die Mitte des 15. Jahrhunderts Hauptstadt des bosnischen Königreiches war. Im Jahre 1463 wurde die Stadt von den Türken erobert, der dort residirende letzte bosnische König Stephan Tomašević gefangen genommen und in Ključ hingerichtet. Noch im selben Jahre wurden jedoch die Türken von Mathias Corvinus vertrieben, und Jajce blieb bis nach der Schlacht von Mohács in ungarischem Besitz, um welche Zeit es abermals unter die türkische Herrschaft gelangte.

Als alte Königsstadt birgt Jajce in seinen Mauern mancherlei historische Sehenswürdigkeiten, von welchen die im tertiären Sinterkalk ausgehauenen sogenannten Katakomben auch geologisches Interesse beanspruchen können. Diese historischen Denkmäler, noch mehr aber die Fülle unvergleichlicher Naturschönheiten, welche in der Umgebung vereinigt sind, und die wundervolle Lage am durch einen herrlichen Wasserfall bewirkten Zusammenfluss der Pliva mit dem Vrbas gestalten Jajce zur bosnischen Touristenstadt par excellence, um so mehr, als auch die vortrefflichen localen Einrichtungen den Aufenthalt in der Stadt zu einem sehr angenehmen machen.

Die geologischen Verhältnisse der Umgebung von Jajce sind bis jetzt nur von E. v. Mojsisovics[1]) und von G. Pilar[2]) behandelt worden. Im Folgenden soll der Aufbau der Gegend auf Grund unserer eingehenderen Untersuchungen im Zusammenhang dargestellt werden.

---

[1]) Grundlinien etc., pag. 71 ff.

[2]) Geološka opažanja u zapadnoj Bosni. Rad jugoslavenske akademije, LXI, 1882, bes. pag. 24 und 54.

Der geologische Charakterzug der Umgebung von Jajce ist die durch sie hindurch ziehende Fortsetzung der Vlašić-störung: Der Südwestabsturz der Hum planina bei Jajce, der theilweise mit dem Krezlukathal zusammenfällt, entspricht nämlich dem Südabfall der Vlašić planina bei Travnik. Die weitere Fortsetzung der Störung übersetzt den Vrbas und streicht über Čusine, Zaskoplje, entlang des grossen Plivasees in das Jošavkathal, in dessen Nordgehänge sie ihr Ende findet oder doch eine Unterbrechung erfährt. An dieser Bruchlinie



Abb. 39. Theil des Erosionsbeckens von Jajce.
Der Vorder- und Mittelgrund ist Binnenlandtertiär; der Castellberg besteht aus Sinterkalk. Im Hintergrunde die Jurakalkberge von Pijavice und Čusine.

stossen mesozoische Schichten mit paläozoischen Schiefern zusammen; die letzteren gehören dem Perm an, die ersteren zumeist dem Jura. Es ist gewiss von Interesse, dass diese bedeutende Störung für Mittelbosnien zugleich eine Schütterlinie erster Ordnung darstellt[1]).

Das älteste im Gebiete von Jajce, speciell in der Umgebung von Jezero zu Tage kommende Schichtgestein sind

[1]) Vergl. Ph. Ballif, Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen an den Landesstationen in Bosnien-Hercegovina. Herausgegeben von der bosn.-herceg. Landesregierung; insbesondere den Bericht und die Karte pro 1896.

halbkrystalline, ziemlich glimmerreiche Phyllite von grüngrauer Farbe, welche ihrem Habitus und ihrer Lagerung nach dem Carbon angehören. Sie enthalten hauptsächlich in den tieferen Lagen Einschaltungen von blaugrauen bis schwarzen, dünnspaltbaren Thonschiefern von dichtem Gefüge, nach obenzu solche von glimmerigen Sandsteinschiefern, die stellenweise überhaupt vorherrschen und fast immer den Uebergang zum Perm vermitteln.

Diese Schichtengruppe ist nur in der Umgebung von Jezero entwickelt, und zwar in einem vielfach unterbrochenen Zuge, welcher mit einem ziemlich umfangreichen Aufbruche auf der Nordabdachung des Sinjakorückens westlich von Jezero beginnt und am Südufer des grossen Plivasees bis etwa zur Mitte desselben hinzieht. Nördlich von Jezero ist nur eine aufgepresste Scholle von geringer Ausdehnung an der bei Ježurine durchziehenden Störung entwickelt.

Alle diese Carbonaufbrüche sind wegen ihrer Erzführung von Wichtigkeit, insbesondere der ersterwähnte im nördlichen Gehänge des Sinjakoberges, wo sich ausgedehnte Kupferkieslager befinden, welche seit vielen Jahren die Kupferhütte zu Majdan (Sinjako) im Jošavkathale mit Erzen versorgen. In der Fortsetzung des Kupfererzlagers kommen auch mächtige Eisenerze vor, die gegenwärtig nicht abgebaut werden. Sie führen wesentlich Siderit, welcher auch der Hauptträger der Kupferkiese ist, in deren Begleitung sich ferner gewöhnlich Magnetkies und die Oxydationsproducte des Chalkopyrites, namentlich Malachit und Azurit, sowie seltener gediegenes Kupfer einzufinden pflegen. Von sonstigen Mineralen sind Dolomit und Goethit ziemlich verbreitet, eine ganze Anzahl anderer mehr weniger selten. Die Kupfererzführung steht offenbar im Zusammenhang mit stark ausgelaugten, zersetzten und selbst auch Butzen und Nester von Chalkopyrit einschliessenden eruptiven Ganggesteinen (Diabas?), welche das Erzlager an mehreren Punkten durchsetzen und an deren Contactflächen die Schiefer stark metamorphosirt sind. Auch die sonstigen Eruptivmassen von Jezero und Jajce stehen

mit der Erzführung des Gebietes zweifellos in gewissen Beziehungen [1]).

Bei Ježurine ist am Contact zwischen Phyllit und Quarzdiorit ein Fahlerz und Hämatit führender Gang angeschürft worden. Im Westgehänge des Otomaljberges tritt nahe am Contact zwischen Phyllit und schieferigem Quarzporphyr ein mächtiger Barytgang mit Fahlerz- und Sideritführung auf. Barytgänge mit Fahlerz sind ferner im Phyllit oberhalb Zauvine auf der Südseite des grossen Plivasees und im krystallinischen Kalk des westlichen Jošavkagehänges entwickelt, und schliesslich führt der Eruptivstock von Čusine auch selbst accessorisch Spuren von Kupfermineralen. Auf diese interessanten Verhältnisse soll hier indessen nicht weiter eingegangen werden.

Ueber dem Complex der Phyllite und der mit ihnen associirten Thon- und Sandsteinschiefer folgt auf der Nordabdachung des Sinjakorückens mehr weniger grobkörniger, meist roth gefärbter Quarzsandstein, welcher nach oben in Werfener Schiefer übergeht und den Grödener Sandstein repräsentirt. Anderwärts liegen auf den phyllitischen Schiefern jedoch Kalksteine, und diese wieder werden auf der Südseite des Plivasees westlich von Jajce von einer wechselreichen Schichtenfolge mit vorherrschenden kalkig-glimmerigen Schiefern unterlagert, welche somit den Kalksteinen gegenüber die gleiche stratigraphische Position einnehmen wie die Phyllite von Sinjako, denen sie demnach im Alter am nächsten stehen. Mit ihnen beginnt das schieferig ausgebildete Perm, an welches sich die kalkige Entwicklung gewöhnlich anschliesst. Die

[1]) Die Angaben B. Walter's (Beitrag zur Kenntniss der Erzlagerstätten Bosniens. Wien 1887, pag. 28 ff.) über das Kupfererzvorkommen von Sinjako sind theilweise richtig, die Einzeichnung in seiner Karte dagegen sehr verfehlt. H. v. Foullon hat eine im Besitze der Bergverwaltung in Sinjako befindliche geologische Manuscriptkarte der engeren Umgebung von Majdan hinterlassen, welche Walter's Darstellung gegenüber einen grossen Fortschritt bedeutet, wenngleich einige darin zum Ausdruck gebrachte Auffassungen bei der neuerlichen, allerdings weiter ausgreifenden und vollständigeren Aufnahme nicht acceptirt werden konnten.

dritte, sandige Facies (Grödener Schichten) ist im Gebiete von Jajce nur wenig verbreitet.

Die kalkig-glimmerigen Schiefer sind insbesondere südlich von Jajce stark verbreitet. Der Bukovica- und der Pločarücken zwischen dem Krezluka- und Vrbasthale sind daraus aufgebaut, und auch auf der linken (westlichen) Seite des Vrbas nehmen die Schiefer einen ansehnlichen Raum ein, sich nordwärts bis zum grossen Plivasee erstreckend. Das herrschende Gestein sind graue oder grünliche, selten violette, stets mehr weniger glimmerreiche und kalkige Thonschiefer, die namentlich in gepressten Partien häufig auf den Schichtflächen Ausscheidungen von Chlorit aufweisen, oft gefältelt und transversal zerklüftet sind. Manchmal ist der Habitus jenem gewisser Werfener Schiefer sehr ähnlich, wie es ja vorkommen kann, dass dort, wo die Werfener Schichten diesen permischen Schiefern unmittelbar aufliegen, der Uebergang zwischen beiden ebenso allmälig ist wie zwischen dem schieferigen Grödener Sandstein und den sandigen Werfener Schiefern. Nicht selten sind Einlagerungen von sandigen und cipolinartig-glimmerigen Kalkschiefern, sowie mit Schiefern wechsellagernde, theils ziemlich massige, auf den Absonderungsflächen wulstige, mehr weniger mergelige, theils gelbe dolomitische Kalkschichten. Man sieht sie in den prächtigen Aufschlüssen des gefalteten Gebirges im Vrbas- und Krezlukathale wiederholt anstehen, und in den Gehängen des Ostro brdo am Südgestade des Plivasees nehmen sie einen grösseren Raum ein. Alle diese Gesteine schliessen sich an Kalkphyllite an und mögen zusammenfassend als Kalk-Thonschiefer bezeichnet werden. Sie sind es, welche durch leichte Auslaugungsfähigkeit vielerorts den Anlass zu Kalktuffabsätzen geboten haben. Die in der Schichtenreihe untergeordnet auftretenden schwarzen, plattig-knolligen, gewöhnlich schwefelkiesreichen, oft von weissen Calcitadern durchschwärmten Kalkbänke können als Vorläufer des Bellerophonkalkes gelten, der weiter südlich, z. B. im Burgberg von Vinac und namentlich am Abstieg vom Orahovicarücken gegen Čerkasovići mächtig entwickelt ist.

Stellenweise, wie auf der Westseite des Ostro brdo, werden die Kalk-Thonschiefer, sonst aber in der Umgebung von Jezero und Sinjako fast überall unmittelbar die phyllitischen Schiefer von krystallinisch-körnigem Kalkstein überlagert, welcher zu den charakteristischesten und verbreitetsten Gesteinen des Gebietes gehört. Aehnliche, meist etwas dolomitische, marmorartige Kalksteine von blendend weisser oder grau geflammter Farbe sind ein Hauptgestein des jüngeren Paläozoicums Mittelbosniens, welches z. B. am Aufbau der hohen Berge, die man auf der Tour von Jajce nach Prozor auf der linken (östlichen) Seite vor sich hat, hervorragenden Antheil nimmt. Ausser Crinoidenstielen haben diese Kalke bis jetzt zwar keine Fossilien geliefert, allein aus der Lagerung ergibt sich ihre Zugehörigkeit zum Perm. Sie entsprechen offenbar den permischen Fusulinenkalken der Südalpen und Siciliens. Bei Jezero flankiren sie das Jošavkathal rechtsseitig bis nahe gegen Sinjako und treten nur am Ausgang des Thales im Zusammenhang mit der dortigen Störung auch auf die linke Seite hinüber. An der Pliva oberhalb Jezero stehen sie beiderseits an, ebenso im unteren Thalabschnitt der Pemičićka rijeka. Mächtig entfaltet sind sie auf der Südseite des grossen Sees im prächtigen Bergkegel des Otomalj (1052 *m*, Abb. 40), wo sich darin etwa 300 *m* unter dem Gipfel eine Höhle mit Stalaktiten und Barytausscheidungen befindet, sowie im Bergrücken westlich und südlich von Zauvine.

Das jüngste Glied des Perm im Gebiete von Jajce sind Zellenkalke mit untergeordneten dolomitischen Rauhwacken und dichte graue bis schwarze, meist wohlgeschichtete Kalksteine, welche den alpinen Bellerophonkalken entsprechen. Die letzteren, welcher oben schon gedacht wurde, enthalten stellenweise, wie z. B. zwischen Zelenkovice und Vinac, Spuren von Fossilien.

Sehr wichtig und charakteristisch für die Umgebung von Jezero sind Quarzporphyre von identischem petrographischem Charakter wie jene des Vratnicagebirges bei Gornji-Vakuf, jedoch unterschieden von ihnen durch die ausgezeich-



Abb. 40. Jezero und der Otomaljberg.

Die Felsen links im Vordergrunde: Kalktuff. Die Kuppe des 1052 *m* hohen Otomalj besteht aus permischem Kalkstein. Im unteren Theile des Berges rechts: Phyllit und Porphyr, links: Phyllit.

nete durchgreifende Bankung, welche in den Aufschlüssen von der Ferne alles Andere eher als ein Ergussgestein erwarten lässt. Die schichtartige Bankung ist wohl eine Erscheinung der Dynamometamorphose, allein eigentlicher Flaserporphyr und Porphyroid, worin die Feldspathe in Quarz und Sericit zersetzt sind, welche das Gestein dünnschlierig durchziehen, ist doch sehr untergeordnet gegenüber dem gar nicht flaserigen, sondern nur gebankten Porphyr, dessen innere Structur im Vergleich mit den massigen Quarzporphyren der südlicheren Gebiete kaum eine Veränderung erkennen lässt. Die Grundmasse ist durchwegs von grüner oder grüngrauer Farbe, am Bruche splittrig und hornsteinartig schimmernd; die Feldspatheinsprenglinge sind in der Regel stark zersetzt und kaum mehr bestimmbar; die mehrere Millimeter grossen Quarzeinsprenglinge besitzen gewöhnlich scharfe Formen und sind nur selten an den Ecken und Kanten abgerundet.

Die schönsten Aufschlüsse der vorzüglich gebankten Porphyre befinden sich zu beiden Seiten der Pliva etwa 1 *km* oberhalb Jezero, sowie im Thal der Pemičićka rijeka; sericitische Porphyroide sind hauptsächlich etwas weiter plivaaufwärts entwickelt. Anscheinend massiger Quarzporphyr findet sich in ungenügenden Entblössungen oder nur in verrollten, stark verwitterten Blöcken auf der Nordabdachung des Sinjakorückens auf dem Igralište genannten Kamm und auf dem benachbarten Erosionsrücken zwischen den Quellbächen des Rudanski potok, sowie in der nächsten Nähe der Kupfererzgruben. Hier überall setzen die Quarzporphyre in permischen Schichten auf; ihr Erguss muss somit mindestens in jungpermischer Zeit erfolgt sein.

Die das Perm überlagernde Trias gliedert sich im Gebiete von Jajce deutlich nur in Werfener Schichten und Kalke. Die ersteren sind hauptsächlich in der Umgebung von Jezero entwickelt, zumal im Sinjakorücken, auf welchem sie das verbreitetste Gestein sind. Ihr petrographischer Habitus ist der gewöhnliche sandig-glimmerige; rothe Färbung herrscht allgemein vor. An mehreren Stellen, wie z. B. bei Kovačevac, Zagradine, ober Šimunići auf der Debela Kosa in der nörd-

lichen, bei Tonkovac und Jovišić in der südöstlichen Abdachung des Sinjakovo führen sie die gewöhnlichen Versteinerungen, hauptsächlich Myaciten. Nordwestlich vom Sinjakoberge ziehen sie über Lovrić, Suhodol, Hočune gegen Varcar-Vakuf; südwestlich über Jovišić bis zur Pliva bei Doljci, wo sie zu beiden Seiten des Flusses anstehen. Oestlich von der Pliva entfalten sie sich auf etwas grösserem Raume um Ljoljići, sowie im Gelände zwischen dem Ostro brdo und dem Draganovacrücken bei Drinov dol. Ein schmaler Streifen tritt auch bei Zaskoplje zu Tage.

Nördlich von der Pliva und im unteren Jošavkathale gehören den Werfener Schichten, oder doch dem Uebergang vom Grödener Sandstein zu ihnen, die meist lebhaft rothen, glimmerigen Sandsteinschiefer und Sandsteine an, welche entlang des Plivasees und im Jošavkathale bis zum Han Vukelić in unterbrochenen Ausbissen im Thaltiefsten emportauchen. Eine kurze Strecke oberhalb der Wasserfälle, welche die Niveauversetzung zwischen dem grossen (oberen) und dem kleinen (unteren) Plivasee bewirken, schliessen diese Schichten ein Gypslager ein, welches von der ursprünglichen sowohl als der umgelegten Strasse angeschnitten wird. Der Gyps wird parallel zur Schichtung von Thonblättern durchzogen und enthält Dolomit beigemengt, wodurch seine Reinheit beeinträchtigt wird. Ueberlagert wird er von Rauhwacke, mit welcher er durch Uebergänge verbunden ist.

Was den Kalkcomplex der Trias anbelangt, so bietet er zur Zeit noch manches ungelöste Räthsel. E. v. Mojsisovics hat die Kalkberge nächst Jajce als Trias, das Kalkgebirge nördlich von Carevopolje, welches vom Vrbas in einer wunderbaren Klamm durchrissen wird, als Jura aufgefasst. Die letztere Ansicht stützt sich vorläufig nur auf petrographische Gründe, und werden diese hier gelten gelassen, dann müssen sie natürlich auch für anderweitige gleiche Vorkommen gelten. Nun ist es aber so gut wie sicher, dass die Kalksteine der Hum planina südöstlich, von Pijavice westlich und der Gola planina nordwestlich von Jajce mit den Kalken der Vrbasklamm



Abb. 41. Der kleine (untere) Plivasee bei Jajce.

Die Felsen an der Strasse rechts: Triasdolomit, welchem auch der scharfe Bergrücken in der Mitte des Bildes angehört. Zwischen beiden das Binnenlandoligocän von Mile dônje, welches einerseits sich bis zu den Häusern nahe beim linken Bildrand, anderseits bis gegen den hohen Berg rechts (Lice) erstreckt, der aus Jurakalk und Dolomit besteht. Auf der linken Seite des Bildes die Travertinbarre und die Cascaden zwischen dem grossen (oberen) und kleinen Plivasee. Der Berg im Hintergrunde: wesentlich paläozoischer Kalk.

nördlich von der Stadt identisch sind und der gleichen Serie der gelben oder gelblichgrauen, zum Theil oolithischen Kalke angehören. Sind also diese letzteren jurassisch (Lias), dann muss dieses Alter auch den ersteren zugestanden werden, um so mehr, als die tektonischen Verhältnisse dieser Auffassung nicht nur nicht entgegenstehen, sondern sie stützen. Es würden demnach die Kalke, welche von Norden an die oben erwähnte Störungslinie anstossen, dem Jura, die dem Bruche südwestlich vorgelagerten aber der Trias angehören.

Die Bruchlinie zieht von Zaskoplje über den Ostzipfel des grossen Plivasees und auf dessen Nordseite über Gavrići gegen Čirakovac. Bis zum Steilabfall des Lice (862 *m*), Galino brdo (877 *m*), Ravno brdo (902 *m*) und Katunište (869 *m*) reicht die Trias, vertreten durch mehrfach steil aufgerichtete und zertrümmerte Dolomite; der Steilabfall selbst und das abgeebnete Plateau, welchem er angehört, ist jedoch Jura.

Die Dolomite des schmalen Triaszuges werden entlang des nördlichen Gestades des Plivasees und im Jošavkathale anscheinend unmittelbar von den oben erwähnten rothen Sandsteinschiefern unterlagert und sollten demnach dem Muschelkalk entsprechen. Da jedoch südlich vom besagten Hauptbruch noch einige von ihm abgezweigte oder mit ihm parallele Brüche durchziehen, von welchen einer bei Ježurine besonders deutlich ist, können die Dolomite auch höheren Triasstufen angehören. Eine Entscheidung hierüber ist gegenwärtig nicht möglich. Beachtenswerth ist aber jedenfalls, dass am Südwestende des Dorfes Zaskoplje im Zusammenhang mit der Hauptstörung, wenn auch zugleich beeinflusst durch den Durchbruch einer Apophyse des Quarzdioritstockes von Čusine, dunkle schwarzbraune Plattenkalke steil südwestwärts scheinbar unter rothe Werfener Schiefer einfallen. Diese Plattenkalke führen stellenweise reichlich eine kleine *Posidonomya* nebst Spuren von *Equisetum(?)*-Stängeln und beweisen die Ueberschiebung des Buntsandsteins über viel jüngere (liassische?) Schichtenglieder.

Wie hier, so lassen sich die Triaskalke auch westlich von Jezero und südlich vom Jošavkathale im engeren Gebiete von

Sinjakovo, sowie noch weiter westlich in der waldreichen Lisina gora südlich von Varcar-Vakuf und in dem sich südwärts daran anschliessenden Wassergebiete der Pliva vorläufig nicht weiter gliedern. Man kann nur ihr Triasalter insofern als gesichert ansehen, als sie fossilienführende Werfener Schichten regelmässig überlagern. Sie selbst haben leider bis jetzt keine Versteinerungen geliefert.

Die Kalksteine, welche die Berge zwischen der Pliva und dem Vrbas aufbauen, sind noch nicht genügend untersucht; jene der Gorica planina scheinen der Trias, die östlicheren, in der Grbavička kosa, aber möglicherweise dem Perm anzugehören. Bestimmtes lässt sich hierüber vorläufig nicht sagen.

Was die Jurakalke anbelangt, so sind sie durchwegs wohlgeschichtet bis dünnbankig, theilweise von brockiger, breccienartiger Structur, zumeist aber von dichter Beschaffenheit und jenem Gepräge, wie es gewisse südalpine jurassische Kalke (nach E. v. Mojsisovics namentlich jene von Val Tesino in Südtirol und Belluno in Venetien) besitzen. Oolithe sind in der Hauptverbreitung nördlich von Jajce eigentlich selten, und ihr Habitus ist ein anderer als jener der prachtvollen kleinoolithischen Kalke (mit Zweischalern und kleinen Schnecken), welche auf der Debela kosa bei Sinjako in zwei Schollen anscheinend discordant auf Werfener Schiefern aufliegen. Ob diese Oolithe auch zum Jura gezählt werden dürfen, ist vorläufig ungewiss; sollten sich aber die Fossilien bestimmen lassen und das jurassische Alter darthun, dann wäre dies ein sicherer Beweis der Transgression des Jura.

Die Hochebene der Gola planina durchschneidet im grossen Ganzen eine Faltenmulde des Jurakalkes, deren nördlicher Flügel über Mergelkalke und Kalksandsteine vom sogenannten Flyschhabitus überschoben ist, welche nach petrographischen Analogien zur Kreide (?) gezählt werden. Sie beginnen im Vrbasdéfilé unmittelbar jenseits des zweiten Tunnels, wo sie durch ihre Schüttigkeit und lehmige Zersetzung starke Abrutschungen verursacht haben, welche dem

Strassenbau die grössten Schwierigkeiten bereiteten. Sie ziehen vom Vrbas nordwestwärts über Prikenjive entlang des steilen Nordwestabsturzes der Gola planina gegen Brdjani, wo sie auskeilen. Ihre mehrfach gebrochene, einmal bis kopfständige, dann wieder fast schwebende Lagerung und der Umstand, dass sie wohl einen Kilometer weit nur auf dem linken Vrbasufer entwickelt sind, während die gegenüberliegenden Steilwände des Palež und Sklopovi aus überschobenen und zerknitterten Kalksteinschichten aufgebaut sind, beweist die bedeutenden Störungen, welche hier durchziehen.

Von besonderem Interesse sind die Quarzdiorite des Gebietes von Jajce, welche zum Theil deutlich Triasgesteine durchbrechen und sich dadurch an die mesozoischen Ablagerungen anschliessen.

Sie bilden südwestlich von der Stadt einen mächtigen Stock, dessen Gipfel der 840 *m* hohe trigonometrische Punkt Čusine und die 904 *m* hohe Erendakuppe einnehmen. Er reicht im Südosten bis zum Vrbas herab, im Norden bis Zaskoplje und zum Plivasee. Südwestlich von ihm in der Richtung gegen Drinov dol aufbrechende kleine Vorkommen dürften Apophysen des Hauptmassives sein.

Ein anderer grösserer Stock zieht von Jezero aufwärts gegen Ježurine, ist jedoch in den Gärten am Ostgehänge des Ježurinerückens nur mangelhaft entblösst.

Noch zwei kleinere, wie es scheint gangartige Vorkommen sind zu verzeichnen: das eine westlich von der Kupferhütte Sinjako in der nördlichen Lehne des Majdanbaches bei Klanac, das zweite am Ostabfall der Debela kosa oberhalb Čulina. Diese beiden Dioritgesteine sind kleinkörnig, reich an Hornblende und daher dunkel gefärbt und werden von Tuff begleitet. Am letzteren Ort durchbrechen und verwerfen sie das dortige Eisenerzlager; in der Klanaclehne stehen sie im Verbande mit Jaspisen.

Die Quarzdiorite der beiden grossen Vorkommen sind petrographisch ziemlich gleich beschaffen. Sie sind, abgesehen von untergeordneten porphyrischen und häufigeren aplitischen

Ausbildungen, stets von hypidiomorphkörniger Structur, von mittelkörnigem Gefüge und grüner oder grünlichweisser Farbe, je nachdem, ob der säulenförmige, strahlsteinartige Amphibol oder der weisse Plagioklas vorherrscht. Der Quarzgehalt ist stets bedeutend, und manche Abarten des Gesteines können daher im verwitterten Zustand granitisches Aussehen annehmen. Biotit fehlt zumeist gänzlich, Eisenerze, und zwar vorwiegend titanhältiger Magnetit, sind nur zuweilen reichlich vorhanden. Bemerkenswerth ist, dass das Gestein stellenweise von Magnetkies und Fahlerz imprägnirt erscheint. Die durchbrochenen Schichten werden von den Quarzdioriten zwar stark in ihrer Lagerung, aber anscheinend nur wenig in ihrem stofflichen Bestande beeinflusst; hingegen ist, wie schon oben erwähnt wurde, ein Zusammenhang mit der Kupfererzführung des Gebietes wahrscheinlich [1]). Die Zersetzung ist an der Oberfläche der Stöcke zumeist sehr vorgeschritten, Epidot ein gewöhnliches Ergebniss derselben.

Einen ziemlich weiten Raum nehmen in der nächsten Umgebung von Jajce tertiäre Binnenlandbildungen ein, welche auf Grund gewisser Analogien mit anderweitigen ähnlichen Ablagerungen Bosniens in die Zeit des jüngsten Oligocän und unteren Miocän gestellt werden können, obwohl sie bis jetzt Fossilien, welche ihr Alter entscheiden würden, nicht geliefert haben. Das ganze, rundum von höheren Jurakalkbergen eingeschlossene Erosionsbecken, an dessen Südwestrande die Stadt Jajce liegt, gehört ihnen an. (Abb. 39.) Von Jajce dehnt sich die Ablagerung, namentlich nach Osten und Nordosten, über die alte Župa Dnoluka bis Doribaba und Lendići am Fusse des Rančagebirges beträchtlich aus; um die Stadt selbst besitzt sie jedoch nur eine mässige Erstreckung: im Norden bis Podmilačje und Mahala slivka, im Westen bis Vrbica. Ferner findet sich eine abgetrennte Partie nördlich von der Felsenge zwischen dem grossen und kleinen Plivasee

---

[1]) Einigermassen ähnlich wie bei den Banatiten von Dognacska, Moravitza, Schemnitz oder den Granodioriten Californiens.

unter Mile dônje und kleine isolirte Schollen bei Pijavice am linken Vrbasufer.

Die Ablagerung wurde seinerzeit von E. v. Mojsisovics[1]) und G. Pilar[2]) beschrieben, vom letzteren Forscher unter Beifügung eines Profiles, von welchem eine Copie auch in J. Grimmer's Kohlenschrift[3]) übernommen wurde. Dieses Profil gibt jedoch eine irrige Vorstellung vom Aufbau der Ablagerung, denn die von Pilar unterschiedenen Sandsteine sind kein selbstständiges und insbesondere kein so mächtiges Profilglied, wie er es zeichnet, sondern fehlen entweder ganz oder durchschiessen nur unregelmässig Conglomerate oder bilden lediglich einen sandigen Uebergang zu mergeligen Süsswasserkalken, welche ein Hauptglied der Ablagerung vorstellen und in ihrer unteren Abtheilung von untergeordneten Lettenschichten begleitete Kohlenflötze einschliessen. Diese Süsswassermergel werden vielfach von Sinterkalken durchsetzt, welche in der hangenden Partie der Ablagerung derart vorherrschen, dass es sich empfiehlt, sie von den Mergeln zu trennen.

Es gliedert sich demnach die oligocän-miocäne Binnenlandablagerung von Jajce von unten nach oben wie folgt:

1. Conglomerate,
2. Mergel (flötzführende Schichtenstufe),
3. Sinterkalke.

Die Conglomerate sind hauptsächlich östlich und nordöstlich von Jajce entwickelt. Von Kozluk bis über Prudi hinaus werden sie vom Vrbas durchrissen, dessen Schlucht hier in sie tief eingesenkt ist und in dessen beiden Lehnen sie vortrefflich aufgeschlossen sind (Abb. 42). Am mächtigsten entfalten sie sich jedoch um Bulići und Šibenica auf der Nordseite der Hum planina, an welcher sie bis zu 900 *m* Seehöhe ansteigen. In Šibenica wechsellagern sie theilweise mit Bänken eines zähen sandigen Kalksteines, welcher die

---

[1]) Grundlinien, pag. 72.

[2]) Geološka opažanja, l. c. pag. 54.

[3]) Wissenschaftl. Mittheil. aus Bosn.-Herceg., VIII. Bd., l. c. pag. 363.

tiefste Abtheilung der Stufe bezeichnet. Die meist über 0·5 *m*, zuweilen aber bis 2 *m* starken Conglomeratschichten fallen vom Humrücken durchwegs nach Norden bis Nordwesten ab, wobei der Neigungswinkel nur selten 20° erreicht. Durch staffelförmige Abgleitungen werden jedoch Steilabfälle bewirkt. Das Material der Conglomerate besteht ganz überwiegend aus Kalkgeröllen von Ei- bis Faustgrösse, die durch ein kalkig-sandiges Bindemittel verbacken werden. Von sonstigen Bestand-



Abb. 42. Conglomeratfelsen am rechten Vrbasufer in Kozluk nächst Jajce.

theilen sind Jaspisgeschiebe noch am häufigsten. Hie und da finden sich in den Conglomeraten Steinkerne von Schnecken (z. B. unter dem Zobin kamen zwischen Zastinje und Bulići dônje). Unterbrechungen der Geröllzufuhr sind im Conglomerat durch sandig-mergelige Zwischenschichten markirt, welche nach aufwärts an Häufigkeit zunehmen, ohne aber von den Conglomeraten getrennt werden zu können.

Die flötzführenden Schichten liegen bei Podmilačje unmittelbar auf den Conglomeraten. Oestlich oberhalb des Dorfes ist das folgende Profil offen: Ueber dem groben Conglo-

merat, dessen Bänke unter 20° nach Südosten (10^h) einfallen, folgen etwa 3 *m* blaugrauer, braun verwitternder, sandiger Letten, darüber ein Kohlenflötz, dessen Mächtigkeit am Ausbiss 25 *cm* nicht übersteigt; über diesem etwa 4 *m* fetter graugelber Letten; dann circa ½ *m* tegelartiger Thon, der nach aufwärts in zunächst dünnschichtige, darüber grobbankige Mergel übergeht.

Eine ähnliche Entwicklung der flötzführenden Schichten findet sich etwa 0·5 *km* weiter abwärts in einem kleinen Graben nochmals aufgeschlossen; da sich aber an anderen Orten, wie z. B. im Bistričanthale unterhalb Divičani, ferner bei der serbischen Kirche am nördlichen Saume von Jajce, sowie an zwei Stellen östlich von Carevopolje, zwischen die Conglomerate und die kohlenführenden Schichten Mergelschiefer einschieben und an allen diesen Orten das Flötz eine bedeutendere Mächtigkeit, nämlich 1 bis 2 *m* besitzt, so scheint es, dass in der Ablagerung von Jajce entweder zwei Flötze entwickelt sind oder eher, dass das eine Kohlenflötz nicht zusammenhängend, sondern von Haus aus nur local und nicht durchwegs in dem gleichen Niveau ausgebildet ist. (Vergl. Abb. 43.) Mit der letzteren Annahme würde auch die Beschaffenheit der Kohle im Einklang stehen, welche ein offenbar aus zusammengetragenen Baumstämmen entstandener Lignit ist. Leider sind die Aufschlüsse so mangelhaft, dass bei den vielfachen Störungen ohne grössere Einbaue ein sicherer Einblick in das Verhalten des Flötzes nicht gewonnen werden kann. Der Lignit ist von schwarzer Farbe, muschligem Bruch, lebhaftem Glanz, schwarzbraunem Strich, färbt kalte Kalilauge nur schwach braun und besitzt eine Heizkraft von über 4200 Cal.

Die mit den flötzführenden Schichten im Verbande stehenden, hauptsächlich gegen die Mitte der Ablagerung mächtig entwickelten Mergel sind zumeist dünnschichtig, jedoch von unregelmässigen Pressungslassen durchzogen und nicht plattig spaltbar. Im frischen Zustand von grauer oder graugelber Farbe, werden sie durch Verwitterung weisslich und mürbe.

Von Fossilien enthalten sie sehr häufig Limnäen und andere Schnecken, auch kleine pisidiumartige Zweischaler und Pflanzenreste, jedoch leider in schlechter Erhaltung.

Die **Sinterkalke** zeigen alle Uebergänge vom etwas erdigen schwach porösen, zum späthig-körnelig-zelligen und röhrig-blasigen Kalktuff, wobei jedoch der Gesammthabitus immer ein älterer bleibt als beim recenten Duckstein. Die Bankung des Gesteines ist gewöhnlich sehr deutlich, und in der Regel entspricht ihr auch eine innere Schichtung, bewirkt durch abwechselnd wenig und mehr poröse, auch schwach und stärker eisenschüssige Bänder. Diese tuffigen Kalke sind es, welche vornehmlich im Hangenden der Ablagerung und an ihrem Rande in unmittelbarer Auflagerung auf den Jurakalken entwickelt sind. Nördlich von Carevo polje (Norden von Jajce) bilden sie die fast 2 *km* langen Steilabfälle der Čavčanicawände von Dobrieg bis südlich von Perutaci. Sie sind hier zumeist stark porös, und ihre grösseren Zellen pflegen mit Miniatur-Tropfsteingebilden überkrustet zu sein. Die zur Bankung parallele Bänderung ist sehr deutlich. Mehr dicht ist die Entwicklung der sinterigen Kalke bei Volujak und in Jajce selbst, wo sie die Anhöhe, auf welcher das alte Castell steht, sowie deren

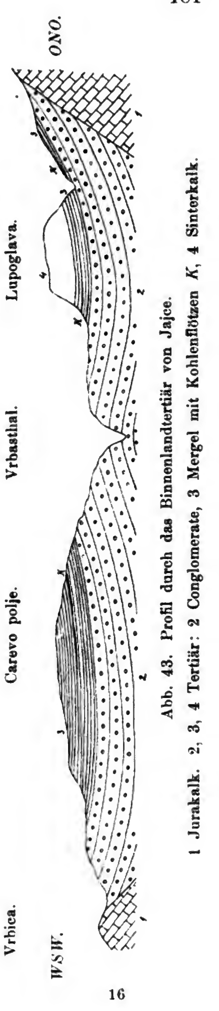


Abb. 43. Profil durch das Binnenlandtertiär von Jajce.
1 Jurakalk. 2, 3, 4 Tertiär: 2 Conglomerate, 3 Mergel mit Kohlenflötzen *K*, 4 Sinterkalk.

nördliche und nordwestliche Abdachung einnehmen (Abb. 39). In diesen tuffigen Kalken sind die sogenannten Katakomben von Jajce ausgehauen, die allerdings keine Katakomben im eigentlichen Sinne wie etwa jene von Rom sind, sondern ein unterirdisches Gotteshaus vorstellen, als dessen Gründer der Grossvojvode von Bosnien Hrvoja angesehen wird, welcher im Jahre 1411/12 in Jajce residirte. Unter dem Kirchenraum befindet sich eine Krypta, die mit Unrecht als Gruft der bosnischen Könige angesehen wurde.

In der Erstreckung der Ablagerung östlich vom Vrbas nehmen die sinterigen Süsswasserkalke vornehmlich die tafelbergartig steil über die Umgebung ansteigende Luplja stiena mit der Lupoglava ein. Sie sind hier vielfach etwas mergelig, in grossen Platten und Werksteinen gewinnbar und erdfeucht überaus leicht zu bearbeiten, weshalb sie, ebenso wie die tuffigen Kalke von Jajce und Carevo polje, als ausgezeichnetes Steinmetz- und Baumaterial in ausgedehnter Weise Verwendung finden. Sowohl auf Lupoglava als bei Carevo polje ist die Lagerung der tuffigen Kalke eine flach muldenförmige (Einfallswinkel nur ausnahmsweise mehr als 10°), und da auch die Höhenlage nicht sonderlich verschieden ist, können diese beiden Partien als Theile einer ehemals im Zusammenhang gewesenen Erstreckung angesehen werden. Die sinterigen Kalke von Jajce stellen hingegen abgeglittene Schollen vor. (Vergl. die Profile Abb. 43 und 44.)

Sowohl die mergeligen als die tuffigen Kalke sind stellenweise reich an Versteinerungen, die jedoch in der Regel so verdrückt sind, dass sie kaum dem Genus nach bestimmt werden können. Bei Carevo polje kommen Limnäen, Bythinien, Fossarulen und deren Deckelchen, auf Lupoglava Limnäen und Planorben, sowie unbestimmbare Pflanzenreste am häufigsten vor.

Von den oben erwähnten isolirten Partien des Binnenlandtertiär bei Jajce gehört jene am Vrbas südlich und eine geringfügige Scholle am rechten Plivaufer nordwestlich von Pijavice ganz der Conglomeratstufe, jene auf der Nordseite

der Plivaseen der Conglomerat- und der Mergelstufe an. Dass diese letztere Partie vor der Abtragung bewahrt blieb, verdankt sie der Einklemmung zwischen die Triasdolomite und Jurakalke an der grossen Verwerfungskluft Travnik—Jajce. Die Conglomerate liegen zumeist den Jurakalken unmittelbar auf und sind in den tieferen Lagen mehr kalkig als in den oberen, wo sie oft über die Hälfte Jaspisgerölle einschliessen, wobei das kalkige Bindemittel ebenfalls stets viel Jaspissand enthält. Die Conglomerate, welche am Westrand der Partie eine fast schwebende Lagerung besitzen, enthalten in den verlassenen Steinbrüchen in der Nähe der Côte 605 einzelne grosse Unioschalen. Sie besitzen hier übrigens ein theilweise lockeres Gefüge und machen einen jüngeren Eindruck als die massig gebankten Kalkconglomerate, welche in der Nähe des Monumentes für die im Occupationskriege Gefallenen bis zum Plivasee herabgehen und das Liegende der Mergel bilden, welche sich weiter östlich ziemlich mächtig entfalten (Abb. 41). Diese sind nur entlang der Strasse und in dem Hügel, auf welchem sich das Jägergrab befindet, einigermassen aufgeschlossen, weiter oben auf der Plateaustufe aber völlig zersetzt. An der Strasse findet man darin ausser unbestimmbaren

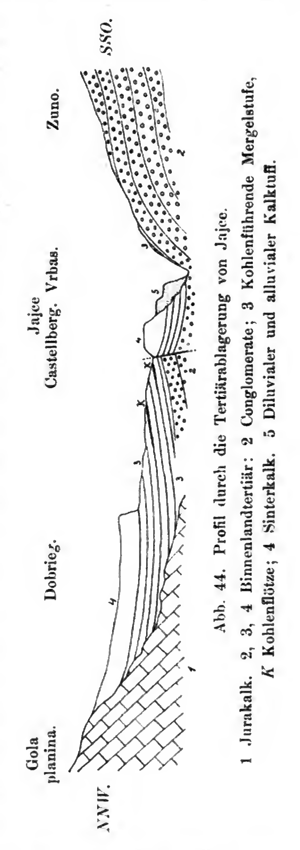


Abb. 44. Profil durch die Tertiärablagerung von Jajce.

1 Jurakalk. 2, 3, 4 Binnenlandtertiär; 2 Conglomerate; 3 Kohlenführende Mergelstufe, *K* Kohlenflötze; 4 Sinterkalk. 5 Diluvialer und alluvialer Kalktuff.

Pflanzenfetzen: Limnäen (*Limnaea* cf. *Klaići* Brus.), Fossarulen und Helicinen, jedoch zumeist in sehr mangelhafter Erhaltung.

Im abgerutschten und abgeschwemmten Schutt ist in den Wasserrissen am Aufstieg von der Strasse gegen das Dorf Mile dônje eine ziemlich mächtige moorig-kohlige schwarze Schicht aufgeschlossen, welche auf das Vorhandensein einer Kohlenführung in der Mergelstufe schliessen lässt. Ausbisse anstehender Kohle sind jedoch bis nun nicht bekannt.

Es sei bemerkt, dass diese isolirte Partie E. v. Mojsisovics bei seinen Begehungen der Umgebung von Jajce nicht entgangen ist [1], wenngleich er sie ihrer Kleinheit wegen auf der Karte nicht ausgeschieden hat.

Von den jüngsten Bildungen sind im Gebiete von Jajce die diluvialen und recenten Kalktuffe von besonderem Interesse.

Im Weichbilde der Stadt und im Vororte Pijavice nehmen sie eine ausgedehnte zusammenhängende Erstreckung ein von der Form eines Dreieckes mit rund 1·5 *km* langer Basis und 1 *km* Höhe, also von etwa 0·75 km^2 Fläche. Sie bilden die Kante, über welche sich die Pliva mittels eines wundervollen Wasserfalles in den Vrbas ergiesst (Abb. 45). Sie bauen die Terrasse auf, auf welcher das Hôtel und der benachbarte Theil von Jajce steht, sowie jenseits der Pliva die Terrasse, auf welcher die grossen türkischen Friedhöfe liegen. Sie bilden am Kalkberg von Pijavice die mächtige schuttkegelartige Anlagerung, in welche die Strasse, Eisenbahn und mehrere Wege tief eingeschnitten sind. Sie setzen die kleinen, unregelmässig geformten Hügel entlang der Pliva zusammen und bauen die zahlreichen Inseln in den beiden Plivaseen auf. Aus ihnen bestehen ferner die Querriegel und Cascadenstufen mit den schüsselförmigen Becken namentlich am Uebergang vom grossen in den kleinen Plivasee und in diesem bis nach Jajce herab. Auch oberhalb Jezero sind sie im Flussbett und entlang der Pliva stellenweise mächtig entwickelt, wie insbesondere bei

[1]) Grundlinien, pag. 73.

Jezero selbst und in der Thalweitung zwischen Šipovo und Šarići.

Alle diese Kalktuffe sind, entsprechend ihrer speciellen Entstehung, im Gefüge recht verschieden, bald grossblasig, zellig, röhrig, bald spathig, körnig und kleinporös; hier concentrisch-wulstig, dort massig, blockig oder grobschichtig; einmal massiv, ein andermal von Höhlen und Schläuchen durchzogen, von deren Wänden mannigfaltig gestaltete, säulen-, falten-, fahnen- und schleierförmige Bildungen herabhängen. Die prächtigen Aufschlüsse an der Strasse bei den Fabriken und im Park von Jajce, am Wege nach Pijavice und an der Strasse nach Jezero bieten zahlreiche Belege für jede einzelne dieser und mancher anderer Erscheinungen.

Die offene Mächtigkeit des Kalksinters beträgt bei Jajce 50 bis 60 *m*. Das heutige Plivabett ist in ihn tief eingesenkt; allein es wäre irrig, anzunehmen, dass die Terrassen beiderseits des Flusses etwa lediglich durch die Hin- und Herverlegung seines Mündungsstückes durch Erosion entstanden seien. Dies ist schon deshalb nicht der Fall, weil die Tuffe in zwei verschiedenen Horizonten Culturschichten einschliessen, welche beweisen, dass in diesen Niveaux die Kalksinteroberfläche seinerzeit trocken lag und für den Aufenthalt des Menschen geeignet war.

Der Verticalabstand der beiden Culturschichten ist kein bedeutender. Die tiefere liegt etwa 35 *m* über dem Vrbasbette und nur wenige Meter über der Pliva. Sie ist am rechten Ufer in der Nähe des Schlachthauses gut aufgeschlossen und enthält dort Ueberreste von Thongefässen (worunter im Juli 1902 eine ziemlich vollständige Urne zu sehen war), zahlreiche Knochen, Zähne u. dergl. (anscheinend vorwiegend von Torfschwein, Torfkuh, Reh, Hirsch) eingeschlossen. Herr Bezirksvorsteher W. Radimský theilte mit, dass diese neolithische Culturschicht ein bedeutendes Anhalten gegen Südwesten besitze und bei den Erdarbeiten in den Fabrikshöfen in der gleichen Ausbildung angefahren worden sei. Minder günstig ist die Entblössung einer etwa im selben Niveau befindlichen

und möglicherweise mit der ersteren zusammengehörigen Culturschicht am linken Plivaufer in der Nähe des Bezirksamtes an der zum Bahnhof führenden Strasse. Auch hier enthält dieselbe Gefässscherben, Knochen, Zähne und Muschelschalen (*Unio* sp.). Die Reste werden von einer graugelben, wiesenmergelartig erdigen Kalksintermasse begleitet; kohlige Beimengungen sind an beiden genannten Stellen spärlich.

Hingegen ist eine mehrere Meter höher gelegene Culturschicht, welche durch den Strassenbau gegenüber dem jetzigen Stadtparke aufgedeckt wurde, schwarz von Kohle und Asche. Da ihre Mächtigkeit mindestens 30—40 *cm* und ihre constatirbare Horizontalerstreckung etwa 10 *m* beträgt, setzt sie eine länger andauernde Besiedlung voraus und kann nicht als gelegentliche lagerfeuerartige Feuerstätte gedeutet werden. Sie enthält ebenfalls Knochen, Zähne und Muschelschalen, ist aber wohl bedeutend jünger als die ersterwähnten, tiefer im Kalktuff eingeschlossenen Culturreste. Uebrigens soll auch sie ehemals vollständiger vom Kalksinter bedeckt gewesen sein als gegenwärtig, wo sie theilweise wenig tief unter dem Rasen liegt.

Eines ist sicher: dass die Culturschichten Unterbrechungen im Absatz des Kalktuffes von Jajce bezeichnen, während welcher die vom Wasser bespülten damaligen Sinterbildungen oder Inseln hoch genug aufragten und hinlänglich fest waren, um seitens des Menschen zur Anlage von Wohnplätzen benützt werden zu können. Die über den Culturschichten mächtige Terrassen bildenden Tuffmassen wurden erst abgelagert, nachdem die einstigen Wohnstätten vom Menschen längst verlassen worden waren.

Die betreffenden Vorgänge hängen jedenfalls engstens mit der Entstehung der Tuffablagerungen zusammen, deren oben dargelegte Beschaffenheit zeigt, dass sie bei Jajce zwar auf verschiedene Weise, vornehmlich jedoch unter Zuthun pflanzlicher Organismen, ja vielfach unmittelbar durch Incrustirung von Wasserpflanzen entstanden sind. Eine Sinterbildung dieser Art findet hauptsächlich an kalkreichen Quellen statt; sie kann

aber auch im bewegten Wasser und in Seen vor sich gehen. In beiden Fällen geschicht der Tuffabsatz zunächst an den

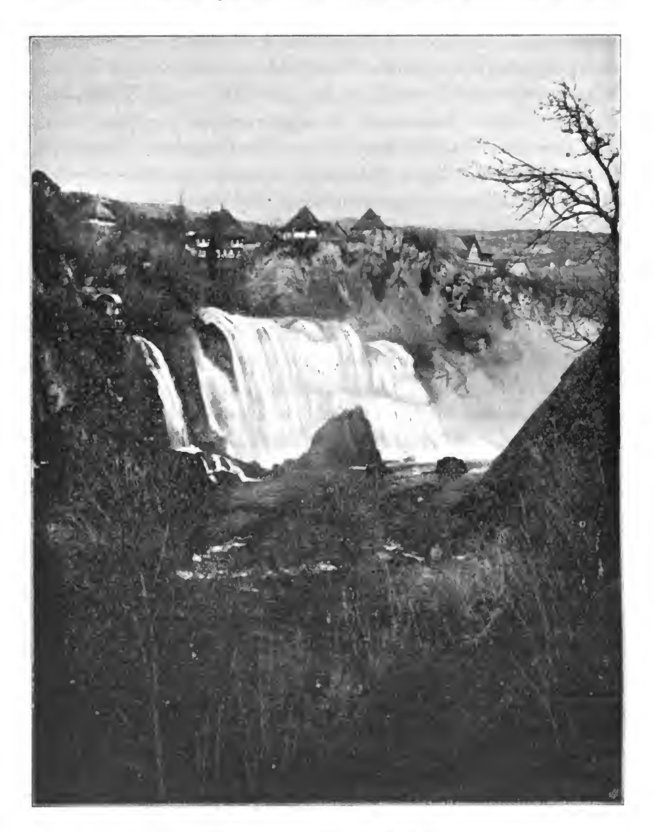


Abb. 45. Der Plivafall in Jajce.

Die Felsen, über welche sich die Pliva in den Vrbas stürzt, bestehen aus Kalktuff, der auch die Terrasse über dem Fall aufbaut.

Ufern und an seichten, von Wasserpflanzen überwucherten Stellen, in Seen unter Umständen auch an schwimmenden Graswampen, von welchen die incrustirten abgestorbenen Pflanzentheile zu Boden sinken. Hier können sie sich im Laufe der Zeit derart aufhäufen, dass sie schliesslich bis an die Wasseroberfläche heraufkommen und Tuffinseln bilden, die durch weiteren Sinteransatz ständig wachsen.

Für alle diese Vorgänge bietet die Umgebung von Jajce ausgezeichnete Belege. Zahlreiche Quellen im Bereiche der glimmerig-kalkigen jungpermischen Schiefer im Vrbasthale zwischen Bukovica und Vinac, sowie im Krezlukathale scheiden massenhaft Kalktuff ab, welcher vielfach in schuttkegelartigen Hügeln aus dem Gehänge herauswächst; Flüsse und Bäche setzen am Boden und den Seiten ihres Rinnsales Sinter ab und formen sich Cascadenstaffeln, wie ausser der Pliva z. B. auch der Bach auf der Westseite des Ostro brdo, und was die Kalktuffbildung in Seen anbelangt, kann dieselbe kaum irgendwo besser studirt werden als in den beiden Plivaseen. Die Tuffinseln auf der Westseite des unteren Sees und namentlich im oberen See bei Jezero sind theils vom Boden heraufgewachsene [1]), theils schwimmende Sinterflächen, die vielfach noch so wenig fest sind, dass sie von einem kräftig getriebenen Kahn wie eine dünne Eisfläche durchfurcht werden können.

Aehnliche Verhältnisse scheinen bei der Bildung der Sinterablagerungen von Jajce schon im Tertiär geherrscht zu haben, als sich die sinterigen Kalke von Dobrieg und Lupnica (vergl. S. 181) bildeten; sie wiederholten sich dann im Diluvium.

[1]) Die Bewohner von Jezero behaupten: „Wie hoch der Otomalj, so tief der See!“ Da die Côte des Sees 424 *m*, jene des Otomaljberges aber 1052 *m* beträgt, so müsste der See darnach eine Tiefe von 600 *m* besitzen. Das ist nun allerdings eine gewaltige Uebertreibung, da nach neuesten Messungen die grösste Tiefe des Sees nahe an seinem unteren Ende nur 36·2 *m* beträgt. Die im See gewachsenen Sinterinseln besitzen somit keine beträchtliche Höhe. (Vergl. A. Gavazzi, Wissenschaftl. Mittheil. aus Bosn.-Herceg., VIII, 1902, pag. 334. — Die geologischen Angaben des Aufsatzes sind unzutreffend.)

Die nähere Umgebung der Stadt kann damals ein Stausee gewesen sein, dessen Abfluss durch die Felsengen bei St. Ivan (nördlich von Jajce) behindert wurde. Die Tuffablagerungen wuchsen von den Rändern in diesen Stausee hinein oder bildeten Inseln, die dadurch, dass der Seeabfluss entweder sich erweiterte und ein freieres Abströmen des Wassers ermöglichte oder durch tektonische Vorgänge so hoch über den Seespiegel gebracht wurden, dass sie dem neolithischen Menschen zum sicheren Wohnplatz dienen konnten. Durch Verschüttung der Abflussrinne, z. B. durch die Bergstürze, deren verconglomerirte Massen in der Vrbasschlucht einige Kilometer unterhalb Jajce vorhanden sind, oder aber wieder durch Störungen wurde der Abfluss später neuerdings gehemmt: der See stieg, der Mensch wurde aus seinen Ansiedlungen verdrängt, und die von seinem Aufenthalt verbliebene Culturschicht wurde von jüngeren Sintermassen bedeckt. Dies konnte sich natürlich mehrmals wiederholen, solange die Vrbasschlucht nicht so tief eingeschnitten war, dass ein dauernder Rückstau des Wassers durch Verlegung des Flussbettes nicht mehr möglich war.

Dass diese Vorgänge durch Störungen mitbewirkt worden sein können, findet zunächst darin eine Stütze, dass die Kalktuffmassen und die darin eingeschlossenen Culturschichten thatsächlich Störungen erlitten haben und ferner in den häufigen Erdbeben, welche darauf hinweisen, dass im dortigen Gebiete Krustenbewegungen selbst noch in der Gegenwart stattfinden können. Uebrigens könnte der erste Anlass der Travertinbildung in der Gegend von Jajce und Jezero überhaupt auf tektonische Ursachen zurückgeführt werden, nämlich auf die mehrfach gedachte grosse Bruchlinie, entlang welcher ehemals kalkabsondernde Thermen aufgequollen sein können, ähnlich, wie dies in Bosnien so häufig der Fall ist. (Vergl. S. 58.)

Der Durchbruch der Pliva durch die Enge von Zaskoplje ist jungen Datums, und anscheinend war der Janjbach das ursprüngliche Gewässer des Plivathales, welches erst durch das Hervorbrechen des Karststückes der eigentlichen Pliva so wasserreich wurde, dass von da ab die ausgiebigere Erosion

im untersten Thalstück von Zaskoplje bis Jajce beginnen konnte. Nun senkte die Pliva ihr Bett zwar ständig tiefer und tiefer in die Kalksintermassen ein, aber den Vorsprung, welchen die kräftige Erosion des Vrbas erlangt hatte, kann sie nicht mehr einholen, um so weniger, als ihr kalkreiches Wasser durch den fortwährenden Absatz von Sinter selbst der Erosion entgegenarbeitet. Die in der Richtung der Flussströmung geschwungenen, aus Reihen flacher Schüsseln oder Becken zusammengesetzten Sinterterrassen, welche die zahlreichen Cascaden des untersten Plivastückes so reizend gestalten, sind das Ergebniss des Ankämpfens der mechanischen Kraft des fliessenden Wassers gegen die Abdämmungsgefahr durch die Kalkausscheidung.

Die Pliva wird sich wie jetzt, so voraussichtlich noch Jahrhunderte lang nur mittels eines Wasserfalles mit dem Vrbas verbinden können, und die zuweilen geäusserte Befürchtung, dass die Pracht des Plivafalles durch das Tiefereinschneiden des Flussbettes Einbusse erleiden könnte, ist vorläufig unbegründet. Jedenfalls gefährdet der Vrbas die Sinterbildungen von Jajce mehr als die Pliva, denn seiner Erosion fallen ständig grosse Partien der Tuffmassen an seinem linken Ufer zum Opfer. Ist es doch gar nicht lange her, dass in der Nähe der Kozluker Brücke ein ganzer Terrassenvorsprung sammt einem darauf erbauten Kaffeehaus in den Vrbas stürzte!

Aus den vorstehenden kurzen Darlegungen ergibt sich als wichtige Thatsache, dass die Kalksinterablagerungen von Jajce trotz ihrer scheinbar einheitlichen Masse verschiedenen Alters sind. Ihr unterster Theil gehört dem älteren Diluvium an, und sie bildeten sich von da ab mit Unterbrechungen fort bis in die Gegenwart. Die in ihnen eingeschlossenen Culturschichten, deren nähere Untersuchung von zuständiger Seite dermalen noch aussteht, dürften einen Anhalt zu ihrer genaueren Altersgliederung liefern.

Von sonstigen Gebilden der Quartärzeit in der Umgebung von Jajce sind die theilweise verconglomerirten Schotterablagerungen bei St. Ivan und am Ausgang des Komotinski

potok nördlich von der Stadt am bemerkenswerthesten. Sie schmiegen sich der heutigen Terrainconfiguration derart an, dass sie für einfache Schuttkegel der Thalfurchen, an deren unterem Ende sie liegen, angesehen werden könnten. Da sie jedoch nicht nur Gerölle jener Gesteine enthalten, welche die bezüglichen Thalrinnen flankiren, sondern auch mancherlei von weither zugefrachtete Bestandtheile, so sind sie offenbar Ueberreste älterer (altdiluvialer) Aufschüttungen, welche, schuttkegelartig in Felsfurchen eingeschmiegt, der Erosion entgangen sind. Erst in neuester Zeit wurden sie von Wasserrissen durchzogen und zum Theil mit jungem Geröll und Grus überschüttet.

Die eine dieser nagelfluhartigen Ablagerungen ist jene, auf deren Sockel die St. Ivan-Kirche mit dem Friedhof liegt. Die Thalfurche, in welche sie ostwärts eingreift, ist im Sommer vollkommen trocken. Die zweite grössere Ablagerung befindet sich am Ausgang des Komotiner Bachthales. Sie greift von der wiesen- und buschbedeckten Ebene im Gelände beiderseits ziemlich hoch hinauf. Ihre Conglomeratbänke namentlich sind es, welche einen recht alten petrographischen Habitus besitzen.

Jüngere diluviale und alluviale Schotter- und Sandanschwemmungen ebnen den Boden der Thäler des Vrbas, der Pliva und einiger grösserer Bäche aus.

Der längere Aufenthalt in Jajce dürfte es ermöglichen, zwei Excursionen in die Umgebung auszuführen. Da die Ankunft in der Stadt bald nach Mittag erfolgt, wird beabsichtigt, noch am selben Tage eine Excursion auf der linken Seite des Vrbas gegen Bravnice zu unternehmen, um das Verhältniss der Jurakalke von Pijavice zu den permischen kalkigen Phylliten, die theilweise Bedeckung beider durch die tertiären Süsswasserconglomerate und den im Phyllit aufsetzenden Quarzdioritstock von Čusine, welcher bei der Kamencequelle bis an den Vrbas herantritt, kennen zu lernen. Am Rückweg sollen die diluvialen und alluvialen Kalktuffablagerungen in Jajce selbst mit den darin eingeschlossenen neolithischen

Culturschichten, ferner die tertiären Sinterkalke des Castellhügels und die in denselben ausgehauenen sogenannten Katakomben, sowie schliesslich der Plivafall besichtigt werden.

Am nächsten Tag früh wird auf der an und für sich sehenswerthen Vrbasthalstrasse eine Tour in die Klamm nördlich von Jajce unternommen. Zunächst wird das hier wesentlich aus Kalkconglomeraten bestehende Oligocän verquert, worauf die gelben Jurakalke, welche die eigentliche Schlucht bilden, und die denselben aufgelagerten Kreidemergel, sowie die altdiluviale Nagelfluh bei und unterhalb der St. Ivan-Kirche besichtigt werden können.

Es dürften hiezu nicht mehr als drei Stunden vonnöthen sein, so dass nach der Rückkehr nach Jajce sogleich die Excursion nach Jezero angetreten werden kann. Sie wird Gelegenheit bieten, die verschiedenartigen Gebilde der älteren und recenten Kalktuffe zu besichtigen, das Oligocän der Haupterstreckung und der abgetrennten Partie von Mile dônje, sowie die Ausbildung der Jura-, Trias- und Permablagerungen auf der Nordseite der Plivaseen kennen zu lernen. Bei Jezero sollen die permischen phyllitischen Schiefer, krystallinen Kalke und die darin aufsetzenden, ausgezeichnet gebankten Quarzporphyre, sowie die Quarzdiorite von Ježurine besichtigt werden. Am Nachmittag erfolgt die Rückkehr nach Jajce und von dort gegen Abend die Abfahrt nach Bugojno.

Bugojno.

Die Eisenbahnfahrt von Jajce nach Bugojno geht zunächst im engen Vrbasthale aufwärts zurück nach Dônji-Vakuf (S. 161), wo die Flügelbahn nach Bugojno abzweigt. Hier verändert sich der Landschaftscharakter wie mit einem Schlage. Die Thallehnen treten auseinander, und es öffnet sich ein weites Erosionsbecken, dessen Boden von einer breiten Ebene eingenommen wird: das Bugojnoer Ländchen, eine der fruchtbarsten und lieblichsten Gegenden Bosniens.

Die 2 bis 3 *km* breite Ebene, in welcher sich der Vrbas von Südost nach Nordwest hinschlängelt, besitzt in derselben Richtung eine mässige Abdachung von rund 600 *m* Seehöhe oberhalb Bugojno auf 510 *m* bei Dônji-Vakuf, also von 90 *m* Höhendifferenz auf beiläufig 15 *km* Längenerstreckung. Sie wird im Osten und Westen begleitet von um 100 bis 160 *m* höheren, je 3 bis 4 *km* breiten Streifen flachwelligen Hügellandes, welches seinerseits von hohen Bergen umrahmt wird. Diese letzteren gehören dem paläozoischen und triassischen Grundgebirge an, das niedrige Hügelland dem oligocän-miocänen Binnenlandtertiär, und der Thalboden entlang des Vrbas wird von jungquartärnären Schotter- und Sandablagerungen ausgeebnet.

Das Paläozoicum ist im Gebiete von Bugojno nur durch seine jüngsten, permischen Schichtenglieder vertreten, nämlich glimmerig-kalkige Thonschiefer und Kalksteine. Dieselben sind bloss auf der Ostseite des Vrbas entwickelt, wo sie südöstlich von Bugojno von Werfener Schiefern und Triaskalken völlig regelmässig überlagert werden, so dass eine Verwerfung im

Sinne der in der Literatur oft erwähnten sogenannten Skoplje-Bruchlinie [1]) hier nicht vorhanden ist.

Die phyllitischen Schichten des Gebietes von Bugojno gehören dem Südwestrande des mittelbosnischen Schiefergebirges an. Sie sind von grünlichgrauer bis hellgrüner Farbe, meist dünnschieferig, glimmerreich, häufig kalkig, manchmal sehr quarzreich, in den hangendsten Partien oft von Sandsteinschiefern durchschossen, welche einen allmäligen Uebergang in Werfener Schiefer vermitteln. Zwischen Bugojno und Dônji-Vakuf treten sie bei Ceribašić und Drmetina am nächsten an den Vrbas heran und dann wieder südöstlich von Bugojno in der Gegend von Malići und Ričica. Nach Osten aufwärts in die Komar und Radovan planina sind sie weithin verbreitet und im ganzen Gebirge überhaupt herrschend. Das generelle Streichen zieht von Südost nach Nordwest, aber Störungen bringen auch das südwest-nordöstliche bis ostwestliche Kreuzstreichen der Phyllitschichten wiederholt zur Geltung, besonders anhaltend auf der Nord- und Ostseite des Kalin vrh.

Dieser Berg (1531 *m*) und seine beiden südöstlichen Nachbarn: Rudin (1385 *m*) und Hum (1446 *m*), die mit ihren mächtigen Kuppen den östlichen Horizont von Bugojno abschliessen (Abb. 47), bestehen aus Kalken, welche den phyllitischen Schichten aufliegen und daher (soweit sie nicht noch jünger sind) dem jüngsten Perm angehören müssen. Bei Stolac und Herac östlich von Bugojno werden sie anscheinend regelmässig von Werfener Schiefern überlagert und besitzen daher die stratigraphische Stellung des Bellerophonkalkes der Alpen. Hiemit stimmt ihre petrographische Ausbildung insofern überein, als es zum grössten Theil weisse oder hellgraue halbkrystallinische, körnige Zellenkalke sind, wie solche auch anderwärts in Bosnien das jüngste Perm repräsentiren; ferner gelbliche, dolomitische Brockenkalke, graue Rauhkalke und minder verbreitet, wie z. B. am Hum und in der Umrandung des Polje bašarinac, auch blaugraue bis schwarze, oft plattige Kalke, wie

[1]) Grundlinien, l. c. pag. 62.

ähnliche in anderen paläozoischen Gebieten Bosniens den eigentlichen Typus des Bellerophonkalkes darstellen. Dazu gesellen sich allerdings auch Abarten, die im Perm etwas befremdlich anmuthen, wie dichte, hellgraue oder röthliche Kalke am Rudin und Kalin vrh und oolithische Kalke.

Diese letzteren sind auf der Südwestseite des Kalkgebietes zwischen Čurići und Šeferovići nordöstlich von Bugojno besonders schön entwickelt. Sie sind grobbankig bis massig, von lichtgrauer oder gelblicher Farbe, theils echte Roggenkalke mit dichtgedrängten hirsekorngrossen schaligen Oolithen, theils mit einer vorherrschenden Grundmasse, in welcher etwa mohngrosse Oolithe eingebettet liegen. Sie ähneln im ganzen Habitus den oolithischen Kalken der Debela kosa bei Sinjakovo. (Vergl. S. 175.)

Im gleichen stratigraphischen Verbande und in ihrer streichenden Fortsetzung treten bei Kruševica südöstlich von Bugojno im Aussehen recht verschiedene oolithische Kalke auf. Sie sind dünnbankig bis schieferig, auf den Schichtflächen gewöhnlich mehr weniger glimmerig, wodurch sie ein cipolinartiges Aussehen erlangen. Im frischen Zustande graublau,

Abb. 46. Profil durch das paläozoische und Triasgebirge südöstlich von Bugojno.
1 Phyllit, 1′ sehr glimmerreicher Phyllit. 2 Oolithischer Kalk. 3 Bellerophonkalk. 4 Werfener Schiefer. 5 Triaskalk und Dolomit. 6 Melaphyr und Melaphyrtuff. 7 Jungtertiäres Conglomerat mit hohlen Geröllen. 8. Diluvium. — Höhe zur Länge wie 3 : 1.

verwittert rostgelb, besitzen sie nur eine geringe Mächtigkeit und unterteufen ganz regelmässig die hellen dichten oder feinkörnigen, grobbankigen bis massigen Kalke, welche sich südlich vom Hum ausbreiten und die steilen Thallehnen des Goracki potok aufbauen. Kruševica selbst liegt auf einer nach Südosten über den Paljikarücken und Bojska (Derviši) fortstreichenden Antiklinale von permischen, röthlichen, sandig-glimmerigen Schiefern, die nach aufwärts in sehr stark glimmerige, seidenglänzende, gefaltete Phyllite übergehen, aus welchen sich im Nordflügel der Antiklinale durch Einschaltung von Kalkstraten die oolitischen Schieferkalke entwickeln, während im Südflügel ein ziemlich unvermittelter Uebergang in Werfener Schiefer stattfindet. (Vergl. Abb. 46.)

Während die Kalke des Kuk, Hum, Rudin und Kalin vrh ein zusammenhängendes Kalkgebirge von beträchtlicher Ausdehnung aufbauen, erscheint weiter nordwestlich im Gebiete von Dônji-Vakuf die einstens wahrscheinlich auch zusammenhängende Kalksteindecke infolge der vorgeschritteneren Erosion in einzelne Inseln aufgelöst. Dem Kalkmassiv des Kalin vrh zunächst gelegen sind im Osten die Zellen- und Bellerophonkalke des Polje bašarinac und seiner westlichen Umrandung; im Norden der Kalkzug von Novalići bis jenseits des Han Kalin. Weiter nordwestlich folgt dann die grosse Kalkinsel der Vitoroga, die sich bis gegen Sultanovići in's Thal herabzieht, sodann die Kalke des Halebica brdo und der Crlenica östlich von Dônji-Vakuf. Diese letzteren Kalke sind zum grossen Theil als ausgezeichnet schöner, gleichmässig fein zuckerkörniger, schneeweisser oder grau geflammter Marmor entwickelt, welcher in der Terrainsenke östlich vom Dorfe Halebići in Steinbrüchen zu architektonischen Zwecken gewonnen wurde. Wie in der Haupterstreckung, so werden auch in allen diesen Inseln die jungpermischen Kalke von stark glimmerigen Schiefern unterlagert und theilweise durchschossen, so dass sie zuweilen cipolinartiges Gepräge erhalten.

Ueber dem Paläozoicum liegt, wie erwähnt, auf der Ostseite des Vrbasthales südöstlich von Bugojno bei Stolac, Kruševica,

Pavice und Memići ohne Discordanz die **Trias**, welche hier indessen nur bescheidene Verbreitung besitzt, während sie die hohen Umrandungsgebirge westlich vom Vrbas allein aufbaut.

Im östlichen Verbreitungsgebiete sind Werfener Schichten und Triaskalke entwickelt.

Die ersteren bestehen bei Zanesenovići aus gepressten, dünnspaltbaren, erbsengrünen, glimmerreichen, kalkigen, sonst aber, z. B. bei Pavice, Habstići, Stolac u. s. w., vorwiegend aus intensiv rothen bis violetten, feinglimmerigen, dünnschichtigen, in plattige Brocken zerfallenden sandigen Schiefern, die in ihrer liegenden Partie Kalkstraten eingeschichtet enthalten, durch welche der Uebergang in die unterlagernden permischen Kalke vermittelt wird. Wo die Schiefer nicht auf Kalken, sondern auf phyllitischen Gesteinen aufliegen, wie es zumeist der Fall ist, werden diese letzteren nach oben sandig und glimmerig, wobei sie oft auch rothe Farben annehmen, so dass die Grenze zwischen ihnen und den Werfener Schichten völlig verwischt werden kann. (Vergl. S. 14.) So musste auch die Abgrenzung der Trias gegen das Perm in der Erstreckung von Kruševica bis Memići ziemlich willkürlich gezogen werden. Die Werfener Schiefer ziehen von Herac und Stolac südwärts bis Goruša und streichen von dort in einem stellenweise kaum einige Hundert Meter breiten Streifen über Pavice nach Südosten und Süden fort.

Südlich von Pavice werden die Werfener Schiefer von Triaskalken überlagert, welche sich westwärts bis über Odžak gornji erstrecken, die ganze Umgebung von Zanesenovići einnehmen, das Orlovača brdo aufbauen und von dort über Pavić nach Süden fortstreichen. Von Odžak südostwärts gegen Ričica bilden sie die östliche Umrandung der Vrbasniederung und weithin die Unterlage des Binnenlandtertiär von Vakuf gornji. Die Kalke sind theilweise dolomitisch, lichtgrau oder gelblich, dicht, zerklüftet und splittrig und lassen sich, da sie Fossilien bis jetzt nicht geliefert haben, vorläufig nicht weiter gliedern. Bei Zanesenovići bilden sie eine Antiklinale, in deren Scheitel annähernd der Zaneski potok eingefurcht ist.



Abb. 47. Die Ebene von Bugojno.
Die hohen Berge im Hintergrunde, links der Kalin vrh, rechts der Rudin, bestehen : Binnenlandtertiär und Diluvium, welches letztere auch die Ebene im V

Die besprochene Triaserstreckung auf der östlichen Seite des Vrbas ist lediglich ein Ausläufer und die unmittelbare Fortsetzung des ausgedehnten Triasgebirges im Westen des Vrbasthales. Dasselbe besteht vorwiegend aus Kalken und Dolomiten, welche westlich von Bugojno das tertiäre Hügelland



.us permischen Kalksteinen. Diesen vorgelagert:
ordergrunde des Bildes einnimmt.

in einer von Privraće über Prusac, Zdrlovići, Poriće, Goračić, Vrhpeć, Zlavast nach Südsüdost ziehenden Linie wallartig begrenzen. Auch für dieses Gebiet liegt zur Zeit ein Anhalt zur näheren Gliederung nicht vor, und es können vorläufig nur petrographisch Kalke und Dolomite unterschieden werden. Die letzteren herrschen in der unmittelbaren Umrandung der Süsswasserablagerung, die ersteren weiter westlich im höheren Gebirge vor. Beide sind dicht oder feinkörnig und von lichten Farben, die Kalksteine häufiger grau, die Dolomite gelblich. Die letzteren sind zum Theil sehr rein, wie beispielsweise bei Garičići und in den Felslehnen oberhalb Zlavast.

Werfener Schiefer kommen westlich vom Han Luka (südwestlich von Bugojno) gegen Kupreš in bedeutender Ausdehnung zu Tage. Der Rastavawald und der Bilekrücken, sowie das ganze Terrain, in welches die Erosionsthäler des Košvarica-, Poriće-, Jartište- und Smrčavacbaches eingefurcht sind, wird von Werfener Schichten eingenommen. Sie sind von der typischen sandig-glimmerigen Beschaffenheit, häufig roth, gewöhnlich aber grün gefärbt, vor-

züglich geschichtet und stellenweise reich an den Leitfossilien der Stufe, namentlich Myaciten. Ein reicher Fundort befindet sich an der alten Strasse etwas über einen Kilometer jenseits des Han Luka nahe der Abzweigung des umgelegten Strassenstückes.

Sie sowohl als die Kalke werden von Melaphyren durchbrochen, welche hier mit ihren Tuffen ein ausgedehntes Gebiet einnehmen. Vom Han Luka, unterhalb dessen sie die Strasse und den Porićebach überschreiten, erstrecken sie sich nordwestwärts auf den Ibrišno kamen und nach Norden über den Nikolinbach und Rastikwald zum Han Suljaga, dann über den Savraski potok und Han Nuker bis zum Orlovac und Han Čardak. Vom Nikolinbach dehnt sich ein schmaler Zug entlang der Osmanajna kosa und des Tovarnicarückens nach Südwesten aus.

Dichte, dunkelgraue bis grünschwarze, versteckt porphyrische, olivinarme Typen herrschen vor, Mandelsteine sind aber ebenfalls häufig. Die Mandelhohlräume sind gewöhnlich mit Delessit ausgepolstert und mit Kalkspath ausgefüllt. Kieselminerale und strahlige Zeolithe finden sich seltener vor. Die Tuffe sind theils Aschentuffe, theils Agglomerattuffe, die reichlich mit Kalkbrocken gemengt zu sein pflegen. Beim Han Nuker und in der Nähe des dortigen Jägerhauses enthält der Melaphyr stellenweise zarte Einsprengungen von Chalkopyrit und Fahlerz, aus welchen der Malachit herstammt, welcher auf Lassen und Klüftchen des am Tage ausbeissenden Gesteines Anflüge bildet. Als Contactbildungen des Melaphyres sind wohl die Jaspise und Eisenkiesel zu deuten, welche seine Umrandung begleiten und an einigen Stellen von Ausscheidungen von Psilomelan durchsetzt werden. Ebenfalls in der Randpartie des Melaphyres innerhalb der ihn begleitenden Tuffzone treten im Thaleinschnitt des südlichen Quellbaches des Nikolin potok wenig anhaltende, wiewohl theilweise hochhältige Rotheisensteine auf.

Eine völlige Analogie dieses grossen Melaphyrergusses bildet das Melaphyrvorkommen, welches in der östlichen Triaserstreckung bei Odžak gornji an der Grenze zwischen

Werfener Schiefer und Triaskalk aufsetzt. Es umfasst kaum einen Quadratkilometer und besteht hauptsächlich aus Aschentuffen und zersetztem, olivinreichem, dichtem, braunschwarzem Melaphyr, dessen Olivin jedoch selbst in scheinbar frischen Proben fast zur Gänze serpentinisirt zu sein pflegt. Auch hier wird der Melaphyr von rothen und grünen Jaspisen begleitet, welche zum guten Theil die Sterilität der Haide zwischen Odžak gornji und Kruševica bewirken. Kurz vor Odžak taucht die Melaphyrdecke unter die Triaskalke unter, welche übrigens auch vordem schon in einzelnen kleinen Inseln und zerrütteten Blockmassen darauf angetroffen werden. (Vergl. Abb. 46.)

Das beschriebene paläozoische und triassische Gebirge bildet die Unterlage der oligocän-miocänen Binnenablagerungen von Bugojno. (Abb. 48.)

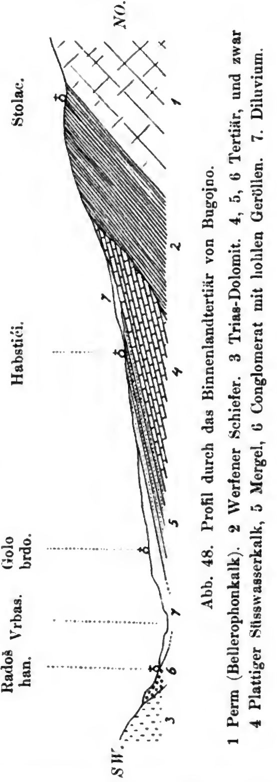


Abb. 48. Profil durch das Binnenlandtertiär von Bugojno.
1 Perm (Bellerophonkalk). 2 Werfener Schiefer. 3 Trias-Dolomit. 4, 5, 6 Tertiär, und zwar 4 Plattiger Süsswasserkalk, 5 Mergel, 6 Conglomerat mit hohlen Geröllen. 7. Diluvium.

Dieselben beginnen zu unterst mit plattigen, grauen oder gelben, sinterig gebänderten, zähen, zuweilen hornsteinähnlichen, aber dabei doch kieselsäurearmen Süsswasserkalken, welche dem Grundgebirge unmittelbar aufliegen, und zwar bei Habstići (südöstlich von Bugojno) Werfener Schiefern, bei Beverići, Vrhpeć, Zlavast, Gračanica (südwestlich von Bugojno) Triaskalken und Dolomiten. Da diese letzteren ebenfalls gelblich

gefärbt und ähnlich geschichtet und zerklüftet sind wie die Süsswasserkalke, so sind die beiden, dem Ursprung und Alter nach so verschiedenen Gesteine zuweilen nur durch ständiges Abstuffen von einander zu trennen. Ein solcher Fall liegt in der Nähe des Radoš han vor. Die wellenförmig gestauchten, im grossen Ganzen flach nach Nordosten einfallenden Süsswasserkalke werden ebenso wie der Dolomit, auf welchem sie aufliegen, von steil nach Nordwesten einschiessenden Klüften durchsetzt und in prismatische Stücke zerlegt, so dass die angewitterten Entblössungen beider Gesteine einander völlig gleichen.

Bei Habstići und Vrhpeć sind die Süsswasserkalke dünnplattig, lagenweise voll zerpresster Limnäen und Pisidien. Bei Zlavast und Gračanica sind sie zäh, sinterig, mehr bankig als plattig, schlecht spaltbar und enthalten insbesondere massenhaft dieselben Pisidien, sowie kleine Schnecken *(Lithoglyphus* sp., *Valvata* sp.). Bei Beverići erscheinen sie oft höher eisenschüssig, theilweise körnelig, voll zerdrückter grosser Limnäen, in mergeligen Zwischenlagen mit Kriechspuren und Deckelchen. Alle diese Süsswasserkalke sind verhältnissmässig reich an Bitumen.

In der nördlichen Erstreckung der Ablagerung theilweise unmittelbar auf dem Grundgebirge, sonst aber im Hangenden der Süsswasserkalke entfaltet sich eine sandig-mergelige Schichtenreihe, welche in zwei Horizonten kohlenführend ist. Diese Schichten nehmen in der Oberflächenerstreckung des Binnenlandtertiär von Bugojno den grössten Raum ein, sind aber vermöge ihrer leichten Verwitterbarkeit nur an wenigen Stellen hinlänglich aufgeschlossen, wie z. B. bei Kopčić, Poriće, Bevernići und Vesela westlich und im Milanovacbach bei Šeferovići östlich vom Vrbas. Aus diesen Aufschlüssen ist zu ersehen, dass die locale Entwicklung der Schichtenreihe eine sehr ungleiche ist. In der liegenden Partie herrschen Mergel, in der hangenden sandige Mergel vor, jedoch durchsetzen sich diese Gesteine auch wiederholt und mit derart wechselnder Mächtigkeit, dass eine weitere petrographische Gliederung der Stufe nicht durchführbar ist.

Die Mergel scheinen zum Theil durch partiellen Kalkverlust aus mergeligen Süsswasserkalken entstanden zu sein und sind daher porös und leicht. Häufig sind sie wiesenmergelartig, hoch bituminös und daher frisch dunkelgrau oder braun, verwittert aber infolge der Oxydation des Bitumens fast weiss. Die sandigen Mergel sind ebenfalls zumeist von grauer, durch Verwitterung ausbleichender Farbe, stellenweise, wie z. B. bei Kopčić, etwas glimmerig und so sandig, dass sie in ziemlich festen Sandsteinschiefer übergehen, sonst aber fein geschlämmt, kurzbrüchig und schüttig, sich leicht in gelben Lehm auflösend. In diesen Schichten kommen mancherorts ziemlich reichlich Pflanzenreste vor, deren plattgedrückte verkohlte Substanz sich oft von der Gesteinsfläche wie eine getrocknete Pflanze vollständig abheben lässt. H. Engelhardt bestimmte die folgenden von Poriće stammenden Arten:

Glyptostrobus europaeus Brongn. sp.
Sequoia Langsdorfii Brongn. sp.
Myrica hakeaefolia Ung. sp.
Alnus Kefersteinii Göpp. sp.
Juglans acuminata Al. Br.

Die den Mergelschichten eingeschalteten Kohlenflötzchen werden von Thonletten begleitet, welche theilweise von verkohltem Pflanzendetritus schwarz gefärbt sind und hochbituminöse Kohlenschiefer bilden, die zuweilen überhaupt das Flötz zu vertreten scheinen. Sie sind leicht entzündlich, und die Erdbrände, welche die Flötzausbisse zu markiren pflegen, sind wohl hauptsächlich durch sie bewirkt.

Der tiefere Flötzzug liegt nahe am Grundgebirge. Ihm gehören die Kohlenausbisse am Südabfall des Alibegović brdo südlich von Čipulić (westlich von Bugojno), dann bei Zdrlovići, beim Radoš, bei und in Prusac, sowie bei Bunguri an. Der mächtigste und im Streichen (nach 20^h) mehr als 1 *km* weit anhaltende Ausbiss ist jener an der erstgenannten Stelle nördlich vom Dorfe Vesela, rechts vom Wege nach Čipulić. Er wird von ziemlich mächtigen, flach nach Nordost einfallenden Erdbrandgesteinen (ausgebrannten Letten) begleitet, unter welchen die Kohle in beschränkten Entblössungen ausbeisst. Das Flötz wurde vor einigen Jahren beschürft, wobei es gegen

3 *m* mächtig und von vier Zwischenmitteln durchsetzt befunden wurde. Die Kohle ist eine etwas moorige, an der Luft leicht zerbröckelnde, minderwerthige Braunkohle mit hohem Aschengehalt.

Von den übrigen genannten Ausbissen besteht jener zwischen Poriće und Zdrlovići und jener in der östichen Lehne des Prusacbaches zwischen Prusac und Bunguri nur aus rothgebrannten Letten und Asche; die Ausbisse in Prusac, einem grossen Ort mit der Ruine einer ehemals Ak-Hissar, d. i. „das weisse Schloss", genannten, im 15. Jahrhundert erbauten türkischen Grenzburg (Abb. 49), lassen nur unterhalb des Dorfes ein Kohlenflötzchen erkennen, während die Erdbrandreste bei der Džamia in der Hussein Spahić-Mahala und weiter nördlich zeigen, dass auch hier das Ausgehende des Flötzes ausgebrannt ist. Dasselbe gilt zum grossen Theil von dem Ausbiss beim Radoš nördlich von Zdrlovići, wo jedoch auch in ziemlich beträchtlicher Erstreckung Kohlenschiefer zu Tage kommen.

Dem hangenden Flötzzug gehören die abgerissenen und verrutschten Kohlen- und Erdbrandschollen an, deren Spuren in der Lehne am linken Ufer des Porićbaches unweit des Han Mlačo zu sehen sind, ferner die Kohlenflötzchen, welche in der Ziegelei am Fusse der Ostarina gradina bei Bugojno aufgedeckt wurden, sowie die Kohlenausbisse im Einriss des Milanovacbaches unterhalb Šeferovići. Am letzteren Orte wird das Tertiär vom diluvialen Gehängelehm bis hoch hinauf bedeckt und tritt darunter nur in den tiefsten Thaleinschnitten hervor. In der Milanovacschlucht sieht man im Anstehenden hochbituminöse, von verkohlter Pflanzenspreu ganz durchsetzte, in grauen sandigen Letten eingeschlossene, etwa 40 *cm* mächtige Kohlenschiefer, welche von diluvialem Lehm, der einzelne Diorit- und Porphyrgerölle eingeknetet enthält, discordant überlagert werden. Eigentliche Kohle beisst hier nicht aus, wohl aber finden sich auf den Feldern westlich bei Hadrovići, sowie thalabwärts im Bachbette Stücke eines braunschwarzen, aufblätternden Lignites vor, welche entweder aus abgetragenen

oder nicht genügend entblössten Flötzen herstammen. Auch bei Bugojno und Poriće ist die Kohle der Hangendflötzchen, von welchen in der obbesagten Ziegelei im Sommer 1900 vier durch lettige Zwischenmittel getrennte mit einer Gesammtmächtigkeit von 38 *cm* entblösst waren, ein schwarzbrauner Lignit mit Holztextur. Die Schmitze haben jedoch kein streichendes Anhalten, sondern keilen bald aus.



Abb. 49. Trias-Dolomitfelsen von Prusac.

Die mergeligen Schichten werden nach obenzu zwar sandig, aber ein Uebergang in das hangendste Schichtenglied der Ablagerung, nämlich Sandsteine und Conglomerate, kann, ausser undeutlich bei Šeferovići, nirgends beobachtet werden, vielmehr bekunden die letzteren eine gewisse Selbstständigkeit dadurch, dass sie häufig discordant unmittelbar auf älteren Schichtengliedern aufliegen. Sie gehören dem Miocän an.

Die Conglomerate sind übrigens innerhalb der Bugojnoer Terraindepression von Dônji-Vakuf bis Gračanica nur wenig

verbreitet. Bei Seferovići ist nur eine Bank mit reichlichem sandigem Bindemittel verconglomerirt, sonst sind die vorwiegend aus Diorit bestehenden, oft mehr als kopfgrossen Gerölle nur lose angehäuft oder im sandigen Lehm eingebettet, — eine Erscheinungsform, die auch bei Kula Čelepirova, bei Ljubnić und Boganovci wiederkehrt und es schwer macht, zu entscheiden, ob oberflächlich zerrüttetes tertiäres Conglomerat odes umgelagertes Diluvium vorliegt.

Feste, fast schwebend lagernde Conglomerate mit überwiegenden Kalkgeröllen, untergeordneten Diorit-, Quarzporphyr- und Sandsteinbestandtheilen und kalkig-sandigem Bindemittel stehen im Vrbasbett beim Han Jusić östlich von Kopčić an. Aehnlich beschaffen, aber im Allgemeinen noch kalkreicher sind die Conglomerate am westlichen Rande der Vrbasebene unter Crniće und beim Radoš han. Zu mächtiger Entfaltung gelangen sie erst in Vrbasthal weiter aufwärts, wo sie durch prächtige hohle Gerölle ausgezeichnet sind.

Die tertiären Gebilde von Bugojno werden namentlich auf der Ostseite des Vrbasthales in ausgedehnten Erstreckungen von Diluvium bedeckt, bestehend vorwiegend aus sandigen Lehmen, welche einzelne oder unregelmässig bankweise angehäufte Gerölle einschliessen, stellenweise, wie z. B. beim Čurčića lug, aber auch in ansehnlicher Mächtigkeit ohne fremde Beimengungen angetroffen werden. Diese Lehme sind wohl zumeist das umgelagerte Zersetzungsproduct der tertiären sandigen Mergel. Auch in der Thalebene des Vrbas und des Vesučnica potok sind local, wie bei Dojnići, sandige Lehme entwickelt, sonst aber herrschen Geröll-, Sand- und Schotterablagerungen vor, die wohl zum grössten Theil alluvial sind, ohne dass aber eine Scheidung von Alluvium und Diluvium allenthalben durchführbar wäre.

Bei Gračanica verengt sich das Vrbasthal infolge des Herantretens der Triaskalke und Dolomite von beiden Seiten bis nahe an den Fluss ziemlich beträchtlich, erweitert sich aber alsbald wieder und behält nun seine durchschnittliche Breite von etwa einem Kilometer bis Gornji-Vakuf. Der ebene

Thalboden ist vorwiegend mit diluvialen Schottern und Sanden bedeckt, welche entlang des Bistrica potok, eines rechten Zuflusses des Vrbas, in einer ebenfalls über 1 *km* breiten Thalsenke bis zum Dorfe Bistrica hinaufziehen.

Die Umrandung der Ebene wird theilweise von Triasgesteinen, theilweise aber auch vom Binnenlandtertiär gebildet, und über beide breiten sich in ansehnlichen Erstreckungen Hochdiluvien aus, die man im Vratnicagebirge übrigens noch in 1800 *m* Seehöhe antrifft. Das Tertiär erhebt sich auf der rechten Seite des Vrbas um Rosulje, Lužani, Ričica bis Hrastnica ebenfalls recht hoch (bis über 900 *m* Seehöhe). Es besteht vorwiegend aus Süsswasserkalken und Mergeln, welche bei Rosulje ein zum Theil ausgebranntes, anscheinend ziemlich mächtiges, aber von Zwischenmitteln stark durchsetztes Flötz einer minderwerthigen lignitischen Braunkohle einschliessen. Die Süsswasserkalke sind petrographisch mit jenen von Gračanica u. s. w. identisch und führen wie diese Pisidien, kleine Gastropoden u. dergl. Bei Ričica dônja sind einzelne Bänke der gelblichen, etwas sandigen Mergelkalke überfüllt mit Gehäusen einer kleinen glatten *Melanopsis*-Art mit ausgezeichnet erhaltener Schalenzeichnung. (Dieselbe stimmt mit keiner der von S. Brusina[1]) abgebildeten zahlreichen Arten vollkommen überein, schliesst sich aber am engsten an *Mel. Vitezovići* Brus. von Džepe an.)

Auf der Westseite des Vrbas ist das Binnenlandtertiär fast nur durch die Hangendconglomerate vertreten, welche in der ganzen Erstreckung vom Duratbegov dolac über Osojnica, Moščani, Podgradje bis Paloć unmittelbar auf den Triaskalken und Dolomiten auflagern. Sie sind roh gebankt, von sandig-mergeligen Zwischenschichten durchschossen, in ihrer Lagerung wenig gestört und bestehen vorwiegend aus Kalk- und Dolomitgeröllen, die selten mehr als Faustgrösse erreichen, meist aber wesentlich darunter bleiben. Von sonstigen Gesteinen betheiligen

[1]) Matériaux pour la Faune malacologique néogène de la Dalmatie, Croatie etc. 1897. — Iconographia molluscorum fossilium etc. 1902.

sich an ihrer Zusammensetzung hauptsächlich Phyllit, Quarzporphyr, quarzitischer Sandstein, Diorit, Diabas und ganz untergeordnet auch Quarz. Gewöhnlich sind diese Gerölle und Geschiebe kleiner als jene der Carbonatgesteine, und auf etwa zehn von diesen letzteren entfällt erst eines der ersten. Im Gegensatz hiezu ist im sandig-kalkigen Bindemittel der Antheil des Phyllit-, Porphyr-, Dioritsandes ein sehr beträchtlicher.

Von besonderem Interesse ist die grosse Menge von hohlen Geröllen im Conglomerat, welches bankweise überhaupt fast nur aus in reichlichem Bindemittel eingeschlossenen solchen Geschieben besteht. Diese hohlen Gerölle sind zum Theil nichts Anderes als Calcitgeoden, welche von ursprünglichen Geröllen hinterlassene Hohlräume auskleiden. Die Hohlräume müssen gar nicht nach Carbonatgesteinen herstammen, weil man im Conglomerat oft genug sieht, dass ein phyllitisches oder diabasisches Geschiebe so stark zersetzt und aufgelöst ist, dass es nur gerade noch erkennbar bleibt. Da ferner im ursprünglichen Conglomeratschotter auch Gerölle von Anhydrid und Gyps, welcher vrbasaufwärts bei Bistrica in mächtigen Lagern ansteht, betheiligt gewesen sein können, ist es klar, dass das Vorhandensein von Kalkgeröllen keine Vorbedingung der Entstehung der hohlen Calcitgeoden war; wohl aber ist die Möglichkeit der Zufuhr von Calciumbicarbonatlösung in die nach den aufgelösten Geröllen verbliebenen Hohlräume unerlässlich. Die drusigen Calcitüberkrustungen bilden einen mehr weniger dickwandigen vollkommenen Abguss der im Conglomeratbindemittel bestandenen Hohlräume, und zwar so, dass der Abguss sich zuweilen aus seiner Form herauslösen lässt und dann in der That ein Pseudogerölle vorstellt. Meistens freilich ist die Drusenmasse mit der Hohlraumwandung fest verwachsen. In manchen Fällen sitzen auf den Calcitkrusten im Innern der Geoden Dolomitkrystalle.

Die echten hohlen Gerölle bestätigen fast in allen Einzelheiten die bekannten Beobachtungen von Laspeyres an den hohlen Geröllen von Kreuznach und von H. Höfer an den Conglomeraten der Sattnitz bei Klagenfurt.

Da ein längerer Aufenthalt in Bugojno leider nicht möglich ist, sondern das Gebiet, um das Excursionsprogramm einhalten zu können, nur passirt wird, kann lediglich die Auflagerung der oligocänen pisidienreichen Süsswasserkalke auf den Triaskalken und Dolomiten beim Radoš han und Zlavast besichtigt werden, worauf noch die Conglomerate mit den hohlen Geröllen, insbesondere bei Moščani und beim Han Ploče, in Augenschein genommen werden sollen. Im Uebrigen kann während der Wagenfahrt nur ein flüchtiger Ausblick auf die das Vrbasthal flankirenden Gebirge gehalten werden.

Der Vrbas rinnt hier nahe an der Grenze zwischen Paläozoicum und Trias.

Von Gornji-Vakuf an besteht das linke (westliche) Vrbasufer nur aus Triasdolomiten und Kalken, während auf der anderen Seite des Flusses der Saum der Vorberge der Vratnica planina einen abwechslungsreichen geologischen Aufbau besitzt. Vom Thalboden aus sieht man allerdings nur die Steilabstürze des permischen Kalkgebirges der Metenica, des Rog (1729 *m*), der Dobruška planina (1826 *m*); aber dahinter dehnt sich der Hauptkamm der Vratnica planina, des höchsten Gebirges Bosniens, aus mit den Porphyrkuppen: Nadkrstac (2112 *m*), Biela gromila (2071), Rosin (2060 *m*); den Kalkbergen: Ločike (2107 *m*), Krstac (2070 *m*); den Phyllithauben: Tikva (1979 *m*), Luka (1950 *m*) und vielen anderen. (Vergl. die Abb. 1 auf S. 7.)

Das niedrige Vorland zwischen den Abstürzen der Kalkberge und dem Vrbas besteht nur zum geringsten Theil aus Phylliten, welche aus dem oberen Vrbasthal über den Kruševljeberg bis Dobrošin ziehen. Gleich oberhalb des Kruševlje werden sie von Quarzporphyren durchbrochen, und in der Thalflanke lagern darauf permische Kalke und Sandsteine, Zellenkalke und Werfener Schiefer [1]). Schon unweit oberhalb Gornji-Vakuf

[1]) Diese letzteren Gesteine sind unter Šeferovići und Zastinje in einer prachtvoll aufgeschlossenen Störungszone an den carbonischen Phylliten abgesunken. Da der Vrbas von seinem Ursprung an bis Voljevac das Gebirge quer durchbricht, erschliesst er den Schichtenbau in ausgezeichneten Pro-

liegen auf diesen letzteren im Zagvozd- und Orlišćeberg dolomitische Triaskalke, welche von dem zusammenhängenden Triaskalkgebirge der Strmica und des Mačkovacplateau nur durch die Erosionsrinne des Vrbas geschieden sind. Sowohl die Trias- als die älteren Schichten werden auf der Ostseite des Vrbas von der Fortsetzung des Tertiär von Ričica und Hrastnica bedeckt, welches hier aber nur aus Conglomeraten besteht, und über allen diesen Gebirgsgliedern breiten sich auf den Höhen fetzenweise, in den tieferen Lagen im Zusammenhange mächtige diluviale Schotterablagerungen aus, welche, sowie auch die Alluvien des Vrbas, goldführend sind und in früheren Zeiten, nach den zahlreichen Ueberresten von Seifenarbeiten zu urtheilen, in ergiebiger Weise verwaschen und ausgebeutet wurden.

Die Strasse nach Prozor lenkt in der Lehne des Trlicabaches vom Vrbas westwärts ab und steigt in langer Serpentine auf das Mačkovac- und Crni vrh-Plateau hinauf, dessen Triaskalke und Dolomite ebenfalls von ausgedehnten fluvioglacialen diluvialen Schottermassen bedeckt werden. Das ganze Gebiet trägt prächtige Buchenwaldungen, welche den freien Ausblick von der Bergstrasse behindern. Um die Schotter- und Geröllablagerungen zu besichtigen, müsste von der Sattelhöhe ein specieller Abstecher in den Krčevineried oder zum Debelo brdo unternommen werden, was bei zulänglicher Zeit geschehen soll. Anderenfalls geht die Fahrt direct bis auf den Maklensattel.

---

filen. Wenn es sich thun liesse, auf der Strasse, die von Gornji-Vakuf zum inmitten ausgedehnter Wälder gelegenen, durch seine quecksilberreichen Fahlerze berühmten Kupferberg- und Hüttenwerk Maškara führt, einen Abstecher bis Voljevac zu machen, — dort wo der Vrbas aus der ostwestlichen scharf in die nordwestliche Richtung umbiegt, — dann könnte oberhalb des Dorfes in der rechten Vrbaslehne der vollständige Durchschnitt der Verwerfungszone mit ihrem raschen Gesteinswechsel, ihrer steilen und überkippten Schichtenstellung, ihren Einklemmungs- und Aufsprengungserscheinungen, zugleich als interessantes Beispiel einer tektonischen Gebirgsgrenze, besichtigt werden.

Prozor.

Von der Höhe des Maklensattels eröffnet sich dem Blick eine neue Welt. Hie Bosnien! Hie Hercegovina! Hinter uns das grüne waldbedeckte Land mit seinen breitkuppigen Bergformen; vor uns die himmelhohen zackigen Grate der kahlen Kalkgebirge!

Der Scenerienwechsel ist überraschend, und man kann sich nicht satt sehen an dem herrlichen Landschaftsbilde, welches sich in schöner Entfaltung vor dem bewundernden Auge ausbreitet. Links die Bjelašnica und Visočica, in der Mitte die Prenj und Čvrstnica, rechts die Vran und Ljubuša planina bilden eine den ganzen südlichen Horizont abschliessende Reihe von Bergriesen voll Felszinnen und Steilabstürze und vereinigen sich zu einem Gebirgspanorama von grossartiger Schönheit. Besonders im Sommerbeginn, wenn auf den Gipfeln und zwischen den rauhen Felsmassen noch die weissstrahlenden Schneeschilde hängen und die Beleuchtungseffecte wechselvoller wirken, können unsere hercegovinischen Alpen den Vergleich mit manchen berühmten Partien der deutschen oder österreichischen Alpen immerhin aushalten.

Die fernen hohen Kalkgebirge, welche vom Maklensattel übersehen werden können, gehören der Trias und theilweise auch dem Jura an (Abb. 50). Die näher gelegene und den Maklen selbst mitumfassende engere Umgebung von Prozor stellt in geologischer Beziehung lediglich die Fortsetzung des Gebietes von Bugojno dar, nur dass Prozor vom Rande des mittelbosnischen paläozoischen Gebirges weiter nach Westen

in die Trias hineingerückt ist. Das Thal des Drogučinabaches unter dem Mejniksattel (880 *m*) bezeichnet ziemlich genau die Grenze zwischen Paläozoicum und Trias. Auf letzterer liegt wie bei Bugojno unmittelbar das Binnenlandoligocän. Trotz dieser gemeinsamen Hauptzüge ist der geologische Aufbau der Umgebung von Prozor von jenem des Bugojnoer Gebietes verschieden und in seiner Art von besonderem Interesse. Leider ist es aber bei dem beträchtlichen Umfang des zu erledigenden Tagespensums nicht möglich, in der Gegend zu verweilen, so

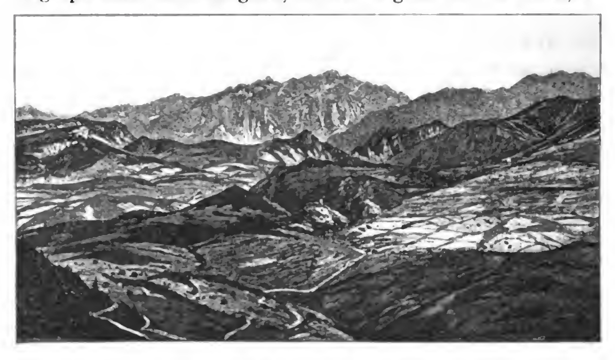


Abb. 50. Aussicht vom Maklensattel auf die Landschaft von Prozor.

In der Mitte des Bildes der Burgberg von Prozor, daran anschliessend links der Humbat, rechts der Kulavrat, und dahinter das Gebirge von der Čelinska planina am linken, bis zur Rodina planina am rechten Bildrande. Im Hintergrunde das Hochgebirge der Prenjgruppe und der Plaša. In der Terrainsenke rechts (westlich) und links (östlich) von Prozor Binnenlandtertiär, welches im Vordergrunde bis über die erste Strassenserpentine heraufreicht. Sonst im Rahmen des Bildes hauptsächlich Trias, nur im Hochgebirge theilweise Jura.

dass nur behufs Erläuterung des Zusammenhanges der von der Strasse nach Jablanica berührten Formationsglieder eine kurze Uebersicht der geologischen Verhältnisse der Umgebung von Prozor hier eingefügt werden soll.

Das Paläozoicum, welches östlich vom Mejniksattel entwickelt ist, gehört den südlichen Vorbergen der Vrat-

nica planina an. Es wird vorzugsweise aus permischen (Grödener) Sandsteinen und grauen kleinzelligen Rauhkalken aufgebaut. Erst die östlichen höheren Berge: Bosnjačica (1421 *m*), Kruglača (1613 *m*), Lisina (1549 *m*) u. s. w. bestehen aus Phylliten.

Sonst wird das Grundgebirge der ganzen Gegend, wie erwähnt, von der Trias gebildet, welche durch Werfener Schichten und mächtig entwickelte Kalke und Dolomite vertreten ist.

Die Werfener Schichten nehmen keine zusammenhängende Erstreckung ein, sondern kommen infolge von Störungen und ungleicher Erosion in mehreren isolirten Partien unter den Kalken, beziehungsweise unter jüngeren Ueberlagerungen hervor.

Vom Mejniksattel nach Süden und Südosten erstreckt sich ein ausgedehntes Gebiet der Werfener Schiefer über Globarići, Rijeka, gegen Ošljani und Krančići dônji einerseits und über Here, Gumanci, Uzdol gegen Vast dônja anderseits. Die petrographische Entwicklung ist am Mejniksattel und bei Globarići jene von wellig gepressten, dunkelgrauen, auf den Schichtflächen mit Glimmer belegten Kalkschiefern oder dünnplattigen Kalken (Seisser Schichten) mit Spuren von Fossilien, sonst zumeist jene grüner, seltener rother, sandig-glimmeriger Thonschiefer und schieferiger Sandsteine (Campiler Schichten). Vom Lučicabach gegen Uzdol, insbesondere aber von Uzdol und Križ ostwärts findet ein allmäliger Uebergang in grüngraue, glimmerreiche, oft gefältelte und von Quarzadern durchzogene phyllitische Schiefer statt, welche schon die Grenze des Perm bezeichnen.

Das allgemeine Verflächen in dieser Partie der Werfener Schichten ist nach Westen bis Südwesten gerichtet, also unter die Triaskalke des Troglav, der Bibušina und von Čelice. Auf der Südseite der Bibušina lehnt sich an den Triaskalk Binnenlandtertiär an, welches auch die Werfener Schiefer bedeckt und sie erst wieder in der Lehne östlich ober Duge in einem schmalen Zuge zu Tage treten lässt.

Aehnliche räumlich beschränkte Aufbrüche der Werfener Schichten kommen auch im Ramathal von Gračanica abwärts wiederholt unter den Kalkmassen hervor.

Eine andere ausgedehnte Partie der Werfener Schichten beginnt an der Rama westlich und südlich von Lug und erstreckt sich südwärts über Šerovina, Stepen, Bara und über den Vukov ravan in das Roguljaplateau, wo eine theilweise Ueberlagerung durch Triaskalke stattfindet. Das Gebiet, welches sich von mehr als 1000 *m* Seehöhe in der Rogulja auf 373 *m* an der Rama herabsenkt, wird vom Oberlauf des Veliki potok durchzogen und begleitet den Šerim potok, wo überall gute Aufschlüsse bestehen. Sowohl an der Rama bei Lug als am Aufstieg vom Čirinabache gegen Šerovina und zur Debela kosa sind schwärzliche oder graue plattige bis schieferige Kalke entwickelt, welche den Uebergang in die Triaskalke vermitteln; sonst sind die Werfener Schichten ganz vorwiegend als rothe sandig-glimmerige Thonschiefer und Sandsteinschiefer ausgebildet, welche aber anscheinend nur an wenigen Stellen, wie z. B. bei Stepen oder am Südgehänge der Gjulina glava, undeutliche Abdrücke von Myaciten enthalten. Bei Lug tritt an ihrer Basis Gyps auf. Das herrschende Verflächen ist unter zumeist geringen Winkeln nach Nordosten ($1-2^h$) gerichtet, stellenweise, wie z. B. im oberen Theil von Šerovina, jedoch auch kopfständig. Dies sowohl, als das locale Umschlagen des Streichens aus der westnordwestlichen in die nordöstliche Richtung, wobei im letzteren Falle das fast durchwegs sehr steile Einfallen im Mittel nach 20^h gerichtet ist, beweist die mannigfachen Störungen, welche dieses Gebiet durchsetzen.

Eine dritte, ebenfalls ziemlich umfangreiche Entblössung der Werfener Schiefer begleitet bei Kovačevo polje und Mluša auf eine Strecke die Rama, zieht im Süden gegen Orašac herauf, breitet sich aber namentlich nördlich vom Flusse von Mluša nach Norden und Nordwesten bis über Dočnjak aus und steigt am Südabfall des Vrata- (Stražbenica-) und Kulavratberges ziemlich hoch hinan. Die petrographische Entwicklung der

Werfener Schichten in dieser Erstreckung ist vorzugsweise jene der typischen rothen glimmerigen Thon- und Sandsteinschiefer, die lagenweise reichlich Myaciten (*Myac.* cf. *fassaensis* Wissm. sp.), seltener *Avicula Clarai* Buch sp. einschliessen. Ein besonders reicher Fundort ist der isolirte Hügel westlich von Dočnjak. Auch in dieser Partie ist die Lagerung der Werfener Schichten mehrfach gestört; das herrschende Verflächen ist jedoch unter wechselnden Winkeln nach Südwesten (16—17^h) gerichtet, oft auch kopfständig.

Die Triaskalke und Dolomite, welche rund um Prozor eine grosse Ausdehnung besitzen und theilweise, die Werfener Schichten bedeckend, deren zu Tage tretende Erstreckungen von einander trennen, konnten bis jetzt nicht näher gegliedert werden. Unmittelbar bei Prozor, in dem von der tiefen Schlucht der Prozorčica durchrissenen Gebirgsstück, also im Prozorer Burgberg, in der Konjska glava, dem Humbat, Orlovac, Troglav, ferner im Ramagebiete von Proslap abwärts dürften sie wohl vornehmlich der unteren Triaskalkgruppe angehören; hingegen ist in der westlichen und nördlichen Umgrenzung der Senke von Šćit hauptsächlich die obere Kalkgruppe vertreten. Oestlich und westlich vom Maklensattel, im Crni vrh- und Sajinaplateau, enthalten die hellgrauen dolomitischen Kalke bankweise reichlich Gastropoden, deren Auswitterungen manche Felsflächen bedecken, sowie Megalodonten. Sonst haben die Kalke bis nun keine Fossilien geliefert.

Auf bloss petrographischer Grundlage liesse sich eine Dreitheilung des Kalkgebirges durchführen: zu unterst unregelmässig knollige, grobbankige bis massige, oft rothe Kalke, wie sie im Strassendéfilé zwischen Prozor und Lug aufgeschlossen sind; darüber wohlgeschichtete helle bis weisse Kalke, welche die grösste Verbreitung besitzen, und zu oberst gut gebankte, selten massige, lichte dolomitische Kalke und Dolomite. Diese letzteren herrschen im Maklengebiete, in der Raduša planina und im Kulavratrücken, an welchem die Werfener Schichten von Mluša und Ploča überschoben sind. Sehr rein sind die Dolomite von Podbor. Zwischen die erst-

angeführte unterste Kalkabtheilung (Muschelkalk) und die Werfener Schichten schieben sich stellenweise, wie bei Mluša, lichte Zellenkalke oder, wie oben schon erwähnt wurde, dunkelgraue, weiss geaderte, plattige Kalke ein.

Die Triasschichten werden südlich von Prozor von Massengesteinen durchbrochen, deren Erguss nach allen Erscheinungen, wenn nicht in das jüngere Mesozoicum, so doch mindestens in die jüngste Triaszeit fällt. Es sind Melaphyre (Navite) und augitporphyritische Gesteine, die in der bedeutenden Entblössung, welche sich von Lug über Višnjani dônje südwestwärts erstreckt und den ganzen breiten Rücken zwischen dem Crina potok und der Rama bis über Višnjani gornji hinaus einnimmt, durch Uebergänge mit einander verbunden zu sein scheinen. Porphyrische Melaphyre herrschen jedoch entschieden vor. Es sind dunkel grünlich oder röthlich schwarze bis hell grüngraue Gesteine, reich an schon mit blossem Auge wahrnehmbaren Feldspatheinsprenglingen, im Dünnschliff von schöner hypokrystallin-porphyrischer Structur. Sie stellen jedenfalls einen interessanten Melaphyrtypus dar, dessen nähere petrographische Untersuchung sehr erwünscht wäre. Ein gut aufgeschlossener Durchbruch befindet sich knapp an der Mündung des Gračanicabaches am rechten Ufer der Rama. Bis auf etwa 200 *m* von der scharfen Contactfläche erscheint der Triaskalk dolomitisirt, theilweise auch silificirt. Am Navit sind contactmetamorphe Veränderungen äusserlich jedoch nicht auffällig bemerkbar.

Eine grosse räumliche Verbreitung besitzen in der Umgebung von Prozor oligocän-miocäne Süsswasserablagerungen, welche transgredirend unmittelbar auf der Trias aufliegen. Sie nehmen die Senke zwischen den Steilabfällen der Raduša planina im Norden und der Proslapska planina im Süden ein und erstrecken sich entlang der Abstürze des Maklenplateau, zwischen diesem und dem Kulavretrücken ostwärts bis gegen Blaće, dann über Prozor und Borovnica nach Süden und Osten bis Lug, Duge, Oglavak, Gorica, Paroš und Skrobučani.

Von dieser zusammenhängenden Erstreckung mit vielfach ausgelapptem Umriss sind mehrere isolirte Schollen abgetrennt, die sich auf dem Gebirge östlich von Prozor erhalten haben. Die grösste davon ist jene, die sich von Ošljani und Krančići gornji nach Nordosten bis über den Lučicabach hinaus erstreckt. Sie bildet eine zum Theil nur geringmächtige Decke auf den Werfener Schichten, welche darunter in beschränkten Entblössungen mehrmals hervorkommen. (Vergl. Abb. 51.) Westlich von ihr liegt eine kleine Scholle auf dem Ostgehänge des Bulušinarückens, nordwestlich breitet sich eine etwas grössere von der Omer Hodžić-Mühle aufwärts gegen Blaće aus. Im Norden befindet sich eine geringfügige Scholle bei Kozarina und im Osten zwei ebenfalls kleine Schollen bei Uzdol. Durch diese isolirten Partien wird die Verbindung mit den analogen Gebilden der Čelinska planina hergestellt, die schon zur Ablagerung von Konjica gehören, welche daher mit der Prozorer Ablagerung in Zusammenhang gebracht werden kann.

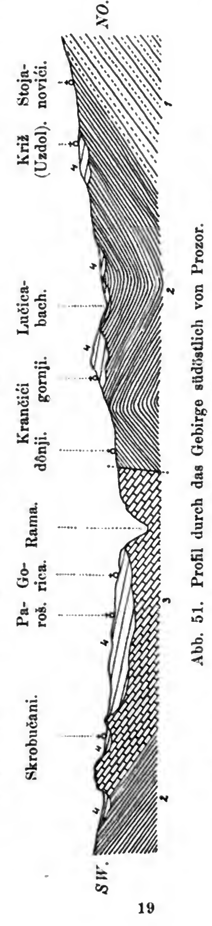


Abb. 51. Profil durch das Gebirge südöstlich von Prozor.
1 Perm. 2 Werfener Schichten. 3 Triaskalke und Dolomite. 4 Binnenland-Oligocän.

Das Prozorer Binnenlandoligocän und Miocän gliedert sich ähnlich wie jenes von Bugojno. Zu unterst liegen feste Kalkconglomerate und grobe Sandsteine, welche an der Rama unterhalb Nikolići vortrefflich entblösst sind. Aus ihren 1—2 *m* mächtigen, von Mergelsandsteinstraten durch-

schossenen, flach nach 1^h einfallenden Bänken sind die steilen, 20—30 *m* hohen Thalböschungen der Rama aufgebaut. (Abb. 52.) Isolirte Schollen dieser Conglomerate bedecken auf dem Plateau von Mluša die Grenzregion zwischen Werfener Schiefern und Triaskalken und liegen bei Kozarina (Ostnordost von Prozor) ebenfalls auf unteren Triasschichten. Während sie bei Mluša fast zerrüttet sind, bilden sie an letzterer Stelle eine bizarr gestaltete Felsgruppe, welche sich so stark thalwärts neigt, dass das darunter befindliche Anwesen durch den möglichen Absturz des Felsens bedroht erscheint.

Auf den Grundconglomeraten oder zum grossen Theil unmittelbar auf dem triassischen Gebirge lagern dünnschichtige Kalkmergel und plattige bis schieferige thonige Mergel, stellenweise mit ziemlich reicher Fossilienführung. Die Kalkmergel sind bitumenreicher und weniger verbreitet; unter Mluša an der Rama stehen sie mit den Liegendconglomeraten im Zusammenhang. Sie sind dort etwas sandig, von graugrüner Farbe, wohlgeschichtet, von schieferigen Mitteln durchschossen, fallen unter rund 30° nach 1^h ein und enthalten lagenweise reichlich weissschalige zerpresste, unbestimmbare Schnecken und etwa mohnkorngrosse kugelige, an der Oberfläche mit reifenförmigen Leistchen verzierte samenartige Körperchen (Charasamen?).

Am Abstieg von Skrobučani, wo auch Conglomerate auftreten, gegen Paroš trifft man die Kalkmergel ebenfalls in beschränkten Entblössungen. Sie sind hier härter, bituminös, von brauner Farbe und schichtweise voll kleiner Schnecken mit limonitisirten Schalen (*Stenothyra? stenostoma* Brus.).

Viel mächtiger entwickelt sind sie zu beiden Seiten der Duščica von Duge abwärts. Sie sind hier zumeist stark bituminös und voll verkohlter Pflanzenspreu, daher dunkelbraun gefärbt, theils durchsetzt von sandig-lettigen Schichten, theils übergehend in klingende Plattenkalke. Diese letzteren werden als Dachdeckmaterial und zu verschiedenen Bauzwecken in Steinbrüchen gewonnen. Auch diese Schichten fallen in allen bedeutenderen Aufschlüssen nach Nordosten ($3—4^h$, circa 35°) ein.

Mehr verbreitet sind thonige, stellenweise ziemlich harte und muschlig brechende, jedoch oft auch weiche, abreibliche, hellgelbe bis weissliche, dünnschichtige oder unregelmässig schieferige Mergel. Die ersteren herrschen in Skrobučani, bei Gorica, um Paroš, die letzteren in den isolirten Partien von Krančići, Uzdol und Omer Hodžić, sowie allgemein in der weiteren Umgebung von Ščit vor. Alle diese Mergel enthalten lagenweise reichlich Versteinerungen, leider zumeist in sehr ungünstiger Erhaltung. So wurden zwischen Podbor und Ščit gefunden:

Neritodonta semidentata Sandb.
Nerit. Pilari Brus.
Diana cf. *exilis* Brus.
Melanopsis sp.
Congeria cf. *dalmatica* Brus.

Neumayr nennt von Ščit und Prozor auch:

Congeria cf. *Basteroti* Desh.
Cong. Fuchsi Pilar.

Diese letztere Art dürfte, wie Bittner[1]) richtig angibt, aus den Schichten von Krančići stammen, deren Fauna ziemlich übereinstimmen dürfte mit jener der isolirten Partie bei der Omer Hodžić-Mühle, wo vorkommen:

Melanopsis arcuata Brus.
Melan. plicatula Brus.
Congeria dalmatica Brus.
Congeria cf. *Fuchsi* Pilar.
Cong. sp.

Dieser letztere Fundort ist reich an Individuen und dürfte bei einer intensiveren Ausbeutung wohl auch mehr Arten ergeben. Hier und an manchen anderen Punkten kommen zwar Pflanzenreste vor, aber massenhaft und in guter Erhaltung wurden sie nur bei Paroš gesammelt. Gräser *(Poacites)* sind hier so verbreitet, dass im Mauerwerk der Häuser fast in jedem Stein und auf jeder Dachplatte Abdrücke davon zu sehen sind. Auch Dicotyledonenblätter sind nicht selten. In einer keineswegs erschöpfenden Aufsammlung

[1]) Grundlinien etc., pag. 253 ff.

wurden von Prof. H. Engelhardt die folgenden Arten bestimmt:

Equisetum limosellum Heer	*Cinnamomum* sp.
Arundo Goepperti Heer	*Salvinia* sp.
Poacites laevis Heer	*Carpolithes foveatus* Eng.
Populus mutabilis Al. Br.	*Carp.* sp.
Quercus mediterranea Ung.	

Schon in manchen tiefen Lagen der Mergel kommen einzelweise eingestreut kleine glatte Gerölle von Porphyr, Diorit, Jaspis u. s. w. eingeschlossen vor; aber erst in den hangendsten Partien werden die Mergel überhaupt sandig und gehen in mergelige Sandsteine und sandige Letten über, welche zunächst nur einzelne unregelmässige Bänke schwach verfestigter Conglomerate einschliessen, die nach obenzu mächtiger und endlich allein herrschend werden. Diese Hangendconglomerate der Ablagerung sind jedoch keineswegs überall mit ihrem Liegend durch Uebergänge verknüpft, sondern breiten sich auch unmittelbar discordant über ältere Schichten aus, d. h. sie besitzen wie im Gebiete von Bugojno so auch hier eine gewisse Selbstständigkeit. Während sie im Allgemeinen den miocänen Abschluss der im Oligocän begonnenen Ablagerung der Binnenlandbildungen darstellen, scheinen sie zum Theil auch einer, stellenweise über die von den oligocänen Seen eingenommenen Flächen hinausgreifenden, jungmiocänen (fluviatilen) Süsswassertransgression anzugehören.

Die Conglomerate, welche in sandig-mergelige Schichten eingebettet zu sein pflegen, besitzen in der Regel ein reichliches sandig-kalkiges Bindemittel, sind infolge dessen wenig fest und zerfallen leicht in losen Schotter. Ihre Gerölle sind von sehr verschiedener Grösse, stellenweise, wie z. B. zwischen Omerbegović und Blaće oder südlich von Borovnica, von mehr als Kopfgrösse, anderwärts wieder bis unter Haselnussgrösse. Nur local bestehen sie in beträchtlicher Menge auch aus Kalk und Dolomit, sonst aber liefern den vorherrschenden Antheil Quarzporphyr, Phyllit, rother (Grödener) Quarzsandstein, Quarzit, Gangquarz, kurz Gesteine nicht der nahen Um-

gebung, sondern der Vratnica planina. Dieselben Elemente finden sich in den Schottermassen, welche sich zu beiden Seiten des Maklensattels auf dem Crni vrh- und Mačkovacplateau in Höhen von bis über 1100 *m* ausbreiten, ebenfalls reichlich vor, und wiewohl diese Schotter im Allgemeinen diluvialen Alters sind, so ist es doch nicht ausgeschlossen, dass ein Theil davon durch Zerrüttung jungtertiärer Conglomerate entstanden sein könnte.

Der Zusammenhang der lockeren Hangendconglomerate mit den tieferen Stufen des Binnenlandtertiär von Prozor wird durch die Strassenserpentinen südlich von der Stadt bei Lug sehr gut aufgeschlossen. Ganz Lug liegt auf den von sandig-mergeligen Schichten durchschossenen lockeren Conglomeraten, die eine synklinale Auflagerung auf bituminösen, plattigen, klingenden Mergelkalken und dünnbankigen sandigen Mergeln bilden, welche in den Steinbrüchen oberhalb der Strasse gewonnen werden.

Einen ähnlichen guten Aufschluss bietet die isolirte Scholle bei der Omer Hodžić-Mühle. Ueber den dortigen oben erwähnten Süsswassermergeln folgen sandig-mergelige schieferige Schichten mit Blattresten und verkohlter Pflanzenspreu, darüber graue sandig-thonige Schichten und in diesen vorerst einzelne Bänke des Conglomerates, welches sich nach aufwärts mehr entfaltet. Alle Schichten fallen unter geringen Winkeln gleichmässig nach Nordosten ein.

Ebenso sieht man im Einschnitt des Reitweges auf dem Sattel zwischen Blaće und Prozor sehr deutlich unter beiläufig 40° nach Nordost (2^h) einfallende Conglomeratbänke mit sandig-mergeligen oder lettigen Schichten wechsellagern. In dieser Gegend sind die Conglomerate zumeist in lose Schottermassen zerrüttet. Die tieferen Mergel sind hier jedoch nicht entblösst.

Dasselbe gilt von den Ausbissen der Conglomerate näher gegen Prozor, dann in der Stadt selbst (bei der unteren Brücke), am Aufstieg gegen Borovnica und von den meisten Conglomerat-vorkommen nördlich und westlich von Prozor, auf der Nord-seite des Kulavratrückens, sowie entlang der nördlichen

Steilumrandung der Ablagerung. Hier überall greift das Hangendconglomerat mit seinen sandigen Begleitschichten über die tieferen Glieder des Tertiär hinaus auf das triassische Grundgebirge über. Besonders deutlich sieht man die zumeist in lose Geröllmassen aufgelösten Conglomerate am Abstieg von Borovnica gegen Lug unmittelbar auf Triasdolomit aufliegen, welcher darunter wiederholt in Klippen hervorbricht. (Vergl. Abb. 52.)

Jüngere als tertiäre Bildungen sind im engeren Gebiete von Prozor sehr wenig verbreitet. Von den wahrscheinlich fluvioglacialen Diluvien auf den entfernten Hochplateaux und von den räumlich beschränkten Alluvien an der Rama unterhalb Proslap und an einzelnen Bächen abgesehen, sind in der

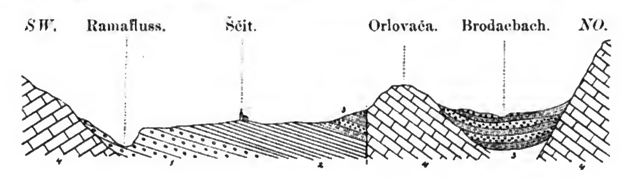


Abb. 52. Profil durch das Binnenland-Tertiär von Prozor zwischen dem Absturz des Maklenplateau im Nordosten und der Proslapska planina im Südwesten.

1 Conglomerate und Sandsteine. 2 Mergel. 3 Lockere Conglomerate. 4 Triasgrundgebirge, zumeist Dolomite.
Das Profil ist annähernd zehnmal überhöht.

Gegend von quartärnären Ablagerungen nur die Kalktuffe erwähnenswerth.

Die mächtigsten und ausgedehntesten Vorkommen derselben sind jene im Thale der Duščica, d. h. jenes Baches, welcher am Mejniksattel entspringt, unter dem Namen „Ljubunačka rijeka“ zuerst nach Süden, dann eine Strecke gegen Westen und von der Omer Hodžić-Mühle ab über Duge entlang der Vojnelehne bis zu seiner Einmündung in die Rama abermals nach Süden fliesst. Dieser Bach gehört zu den kalkreichsten Gewässern Bosniens. Ueberall, wo

durch Abscheidung an organischen Resten oder durch geförderte Verdunstung infolge Verstäubung an Cascaden u. s. w. die Gelegenheit dazu geboten ist, setzt er Kalktuff ab und erhöht dadurch stellenweise sein Bett, wie z. B. bei den Rijekamühlen, wo er über selbstgebildete Travertinstaffeln hinfliesst, oder bei den Wasserfällen nächst Duge, von welchen der untere von der Ramathalstrasse aus gesehen werden kann und einen hübschen Anblick gewährt. Er ist etwa 20 *m*, der obere etwa 12 *m* hoch. Beide zwischen die Triaskalkfelsen des Orlovac einerseits und die tertiären Mergelkalke von Duge anderseits eingesenkten Wasserfälle sind bemüht, die Schlucht nach aufwärts zu verlängern, wirken aber durch die ständige Abscheidung von Kalktuff diesem Streben selbst entgegen. Wie rasch der Travertinabsatz vor sich geht, sieht man am deutlichsten bei den Mühlen, welche der Bach treibt, indem die Speichen ihrer Wasserräder jedes Jahr einigemal vom Tuff gesäubert werden müssen, welcher sich darauf in Krusten von mehreren Centimetern Dicke ansetzt. Kein Wunder, dass das Wasser den Leuten als zum Trinken ungeeignet und ungesund gilt, da es seiner übergrossen Härte wegen Magenbeschwerden verursache.

An der ehedem wohl auch mittels einer Cascade erfolgten Mündung des Duščicabaches in die Rama ist ebenfalls ein Travertinhügel vorhanden, desgleichen etwas weiter ramaabwärts. Beide werden von der Strasse angeschnitten. Auch oberhalb Lug am rechten Ufer bei der alten Ramabrücke befindet sich eine grössere Tuffablagerung. Der erstgenannte Travertinhügel scheint altdiluvial zu sein, da er an der Oberfläche abradirt und von einer mächtigen Schotterlage bedeckt ist.

Wie eingangs bemerkt wurde, ist der Kürze der Zeit wegen ein Verweilen in der Gegend von Prozor leider nicht möglich, sondern dieselbe muss auf der, übrigens vorzügliche Aufschlüsse darbietenden Strasse einfach passirt werden.

Diese prächtige Gebirgsstrasse, welche sich in weit ausgreifenden Serpentinen vom Maklen herunterwindet, bewegt

sich bis etwa zur halben Höhe des Steilgehänges im gut gebankten, nach Südwest einfallenden dolomitischen Kalke der oberen Trias. Dann folgt die Ueberlagerung durch die Hangendstufe des Binnenlandtertiär, bestehend aus mergeligen Sandsteinen und lockeren Conglomeraten, welche bis herab nach Prozor anhalten. Der grösste Theil des Städtchens liegt darauf; erst am unteren Ende kommen Triaskalke darunter hervor, welche das Thal schluchtartig verengen. Am Fusse des steilen Felsens, welcher die Burgruine von Prozor trägt, bricht aus einer Höhle, vor welcher das Schlachthaus errichtet ist, ein Karstbach — der unterirdische Hauptquellbach der Prozorčica — hervor, und von da ab zieht die Strasse etwas über 2 *km* ständig zwischen hohen Kalklehnen hin. Bei Lug, wo sie wieder in weitausholenden Serpentinen zur Rama herabzusteigen beginnt, werden die Triaskalke neuerdings vom Binnenlandtertiär bedeckt, welches hier auch die tiefere Mergel- und Mergelkalkstufe zu beobachten gestattet, deren unmittelbare Auflagerung auf den Triaskalken von der Strasse angeschnittene klippenförmige Aufbrüche der letzteren sehr schön zeigen. Auch die erwähnten Kalktuffablagerungen können hier besichtigt werden. Von etwas unterhalb der Duščica-mündung ab ist das Ramathal nur mehr in Triasschichten, zunächst Kalksteine und Dolomite, eingefurcht, welche letzteren bei Gračanica von navitartigem Melaphyr durchbrochen werden.

Jablanica.

Von Gračanica abwärts sind im anmuthigen Thale der Rama bis nahe ihrer Einmündung in die Narenta nur Triasschichten aufgeschlossen, und zwar bis zur Enge, wo die Felsmassen des Trišnik von der rechten und jene des Orlac von der linken Seite sich an den Fluss herandrängen, vorwiegend Kalke und Dolomite, von da abwärts hauptsächlich Werfener Schichten. Die Halbjaspise und tuffitischen Schiefer knapp unterhalb Gračanica scheinen mit dem dortigen Melaphyrdurchbruch zusammenzuhängen und den Wengener Schichten zu entsprechen. Weiter südlich folgen mit constant nordöstlichem Einfallen Triaskalke der Muschelkalkgruppe, unter welchen dann im Riede Vranovice die Werfener Schiefer zu Tage kommen, welche das Thalstück bis unterhalb der Mündung des Valovacbaches, d. h. die ganze Umgebung der hübsch gelegenen neu erbauten Kirche und Pfarre Gračac unweit des Vladića han einnehmen.

Was weiter abwärts folgt, ist ein mehrfacher Wechsel von Kalken und Werfener Schichten, bewirkt durch Faltung und Abgleitung der Kalkschollen in das tiefere Niveau. Unterhalb Slatina tritt jedoch auch das Liegende der Werfener Schiefer zu Tage, nämlich plattige oder dünnbankige schwarze, weiss geaderte Kalksteine, welche petrographisch durchaus mit ebensolchen Kalken übereinstimmen, die im Narentathal zu beiden Seiten des Flusses von der Station Rama aufwärts in einem grossen antiklinalen Aufbruch und zwei weiteren beschränkten Entblössungen unter den Werfener Schichten emportauchen. Alle diese Kalke gehören nach ihrer stratigraphischen Position

dem jungpermischen Bellerophonkalk an. Thatsächlich kommen darin Spuren von Fossilien vor, die als Bellerophondurchschnitte gedeutet werden können.

Der Bellerophonkalk unterhalb Slatina scheint unmittelbar mit dem Eruptivmassiv zusammenzustossen, dessen nordöstliche Grenzpartie die Rama in ihrem untersten Stromstück durchbricht.



Abb. 53. Das Gabbrogebirge an der Einmündung der Rama (von rechts) in die Narenta.

Dieser mächtige Eruptivstock wurde bei der ersten geologischen Uebersichtsaufnahme des Landes übersehen, da A. Bittner, dem dieser Theil der Kartirung zufiel, damals zur Ramamündung nicht gekommen war [1]), wurde von ihm aber bei einer späteren Gelegenheit besucht und andeutungsweise kartographisch ausgeschieden [2]). Auf dem linken Rama-

[1]) Grundlinien etc., pag. 195.

[2]) Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanst., 38. Bd., 1888, pag. 321. — Rąskiewicz und Sterneck hatten übrigens schon Ende der 70er Jahre von dem von ihnen als Granit angesprochenen Massengestein Kenntniss.

ufer besitzt das Eruptivmassiv nur eine geringe Ausdehnung, hauptsächlich entwickelt ist es zu beiden Seiten der Narenta von der Ramamündung abwärts (Abb. 53). Es umfasst hier östlich von der Narenta das ganze Terrain einschliesslich des Ružno brdo bis Čehari, westlich von der Narenta die ganze Umgebung von Bukovpod mit den Hochpunkten Grgovac, Vriškalo, Borovac, Gubna und die steilen Gehänge der Tovarnica und setzt oberhalb Zlate in einem Ausläufer auch über den Doljankabach hinüber. Auf der Nordseite zum Theil, im Osten und Süden durchwegs wird es von Werfener Schichten begrenzt, deren vielfache Störungen wohl auch mit auf seinen Durchbruch zurückzuführen sein dürften. Im Westen hingegen steht es mit Kalksteinen im Contact, die im Doljankathal vom Maligrad aufwärts sehr gestört sind, theilweise aus Oolithen bestehen, auch reichlich Pentacrinusstiele enthalten und wahrscheinlich dem Jura angehören. Dieselben Kalksteine scheinen hauptsächlich die Čvrstnica planina aufzubauen.

In dem Eruptivstock glaubte A. Bittner entlang des rechten Ufers der Narenta vier petrographisch verschiedene Partien unterscheiden zu können: zwischen der Narenta und der Rama Diorit, oft mit Quarz; unterhalb der Ramamündung Gabbros mit saueren, fast nur aus Oligoklas bestehenden Schlieren; weiter abwärts bis Bukovpod Olivingabbros; und endlich in der südlichen Grenzzone gegen die Vlačakkuppe Augitdiorit. Es würde hienach der centrale Gabbrokörper im Norden und Süden von dioritischen Randzonen eingeschlossen werden. Die petrographischen Bestimmungen stammen von C. v. John[1]) und beruhen auf der Untersuchung von Handstücken, unter welchen sich auch Quarz-Biotit-Diorite und aplitische Gabbroabarten befanden. Da alle diese Gesteinstypen aus einem und demselben geologischen Körper stammen, erhellt daraus, wie sehr das Massengestein zu Differenziationen neigt, was auch durch die neuesten petrographischen Untersuchungen von F. Becke und C. Hlawatsch bestätigt wird.

[1]) Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanst., 1888, pag. 343.

Die gegenwärtigen besseren Aufschlüsse zeigen jedoch, dass die Annahme einer Umrandung des Gabbromassives durch eine dioritische Aussenzone nicht zutrifft, sondern dass hornblendeführende quarzfreie und quarzhältige Gesteinsausbildungen im ganzen Eruptivstock unregelmässig ineinander verlaufen und dass dieser als einheitlicher Gesteinskörper am zutreffendsten als Gabbrostock zu bezeichnen ist.

Herr Prof. F. Becke hatte die Güte, mir hierüber auf meine Bitte eine sehr instructive Mittheilung zukommen zu lassen, aus welcher ich mir erlaube, das Folgende hier einzuschalten: „Die Pyroxene des im Eruptivmassiv vorherrschenden Gesteines sind, wie schon v. John angibt, von zweierlei Art. Der eine, meist mit Hornblende durchwachsene, ist monoklin und nähert sich dem Diallag; der andere ist rhombisch, und zwar ein eisenarmer Hypersthen. Die Untersuchung wurde vom Herrn Assistenten Tertsch ausgeführt. Ueber die Feldspathe geben die Analysen v. John's erwünschte Auskunft; die optischen Bestimmungen stehen damit im Einklang. Nach den Bauschanalysen sind beide von v. John analysirten Typen als Gabbro zu bezeichnen. Das als Augit-Diorit angeführte Gestein vom Südrande des Stockes stimmt chemisch recht gut mit dem Gabbrotypus Sulitelma, speciell mit dem Norit von Ivrea überein, der Gabbro mit dem Typus Bagley Creek, wie sich aus einem Vergleich der berechneten Analysen mit den von Osann unterschiedenen Typen ergibt. Die im Massiv nach v. John's Beschreibung auch vorkommenden Quarz-Biotit-Diorite dürften als sauere dioritische Constitutionsfacies des Gabbros aufgefasst werden können. Der Gabbro-Aplit, welchen v. John analysirt hat, ist sehr interessant. Das zum Vergleich herangezogene Gestein von Kinova ist aber wohl ein richtiger Diorit; er stimmt zwar mit keinem der Osann'schen Typen genau, kommt aber den Typen Sweetgrass und Schwarzenberg, auch Campo major nahe.“ — Es sei ferner bemerkt, dass auch H. Rosenbusch (Elemente der Gesteinslehre, pag. 156, 158) das Gestein als Gabbro anführt und ausdrücklich bemerkt, dass Hornblende-

gabbro, welcher sich vom Diorit wesentlich durch die basischere Natur des Feldspathes unterscheidet, von Jablanica in der Hercegovina unter dem Namen „Diorit“ angeführt werde.

Entlang der Strasse an der untersten Rama und dann entlang der Narenta ist der Gabbrostock auf einer Strecke von mehr als 5 *km* prächtig aufgeschlossen und das unregelmässige Ineinandergreifen der verschiedenen Gesteinsausbildungen ist hier ebenso deutlich zu beobachten wie die stellenweise ausgesprochene bankige Absonderung des Gesteines und seine wechselnde Verwitterbarkeit. Namentlich die grobkörnigen feldspath- und biotitreichen Abarten verwittern leicht zu sandigem Grus. Da sie gewöhnlich etwas Quarz enthalten und in angewitterten Blöcken von den farbigen Gemengtheilen der Biotit am auffallendsten hervortritt, wird das Gestein oft granitähnlich, weshalb es wohl auch früher für Granit gehalten wurde. Noch sei erwähnt, dass in der Umrandung des Gabbrostockes Eisenerze — Magnetit und Hämatit — auftreten, die an einigen Punkten, jedoch bis jetzt ohne anhaltenden Erfolg, beschürft wurden. Die mit dem Gabbro im Contact stehenden Kalke und Kalkschiefer sind mehr weniger metamorphosirt und enthalten stellenweise mancherlei Mineralneubildungen.

Sobald die südliche Grenze des Gabbrostockes erreicht ist, öffnet sich das Narentathal einigermassen, und in dieser rundum von schützenden Bergen eingefassten, im Osten und Westen von den zackigen Graten des Hochgebirges überragten Thalweitung liegt das als Luftcurort und Sommerfrische gleich beliebte reizende Jablanica.

Die engere Umgebung des Ortes gehört den Werfener Schichten an, welche sich im Osten bis Ostrožac, Dobrigošće und Draganselo erstrecken und hier Seehöhen bis gegen 900 *m* erreichen, im Westen aber nur wenig entwickelt sind und rasch unter die Kalke des Plašagebirges untertauchen. Die Schichten sind stark zusammengefaltet und werden von Verwerfungen durchsetzt, welche ihre Mächtigkeit bedeutender erscheinen lassen, als sie in Wirklichkeit ist.

Im grossen Ganzen fallen die Schichten entlang der östlichen Grenze nach Nordosten, von Paprač etwa nach Südwesten, bei Jablanica abermals nach Osten bis Nordosten und gegen die südliche Umgrenzung zu neuerdings nach Südosten ein. Bedeutendere Störungen, verbunden mit kopfständiger Schichtenstellung, streichen vom Vlačak südostwärts über das Narentathal gegen Dragan und südlich von Zlate gegen Jablanica dônja. Das ganze Gebiet der Werfener Schichten wird von tiefen steilwändigen Erosionsthälern durchfurcht, in deren häufig kahlen Lehnen der Schichtenbau sowohl als der Wechsel der Gesteinsbeschaffenheit sehr deutlich verfolgt werden kann.

Die letztere ist vorwiegend die der typischen glimmerigen, grünen oder rothen, etwas sandigen Werfener Thonschiefer. So sind sie östlich von der Narenta im Dobrinja- und Babnegebiete, sowie in der Umgebung von Krstac und von dort einerseits nach Süden bis Glogošnica, anderseits nach Norden bis gegen Ostrožac entwickelt, desgleichen westlich von der Narenta im Thalboden des Doljankabaches von der Mündung in die Narenta bis hinauf nach Jeličići und in der Erstreckung südöstlich von diesem Dorfe. Bei Krstac sind die Schiefer zum Theil ebenflächig dünnschichtig. Unter dem Javno brdo bei Paprač dônja sind die Schichten transversal geschiefert. Sowohl hier als westlich von der Narenta werden sie von grünlichschwarzen, feinthonigen, dünnblättrigen Schiefern durchsetzt, in welchen gut erhaltene Leitfossilien der Stufe vorzukommen pflegen, z. B. bei Bačina: *Avicula Clarai* v. Buch und *Myacites fassaensis* Wissm. Diese Schiefer bilden zum Theil den Uebergang in schwarzgraue Kalkschiefer bis dünnschichtige, theilweise kramenzelartige, von weissen Calcitadern durchschwärmte Kalke, welche der liegendsten Partie der Stufe oder schon dem Bellerophonkalk angehören. Dies gilt insbesondere von dem Križfelsen nördlich von der Džamia in Jeličići und seiner südwestlichen Fortsetzung, sowie von den massigen Felsen beim Bahnkilometer 84 im Nordausläufer der Vlaćakkuppe. Die höheren Lagen der Kalkschiefer, wie z. B. südlich bei Podbrežje, oder auf der Ostseite der Narenta im

Papraćberge, oder im Rücken, welcher vom Franz Josefs-Tunnel der Eisenbahn durchbrochen wird, enthalten eine grosse Fülle von zerdrückten Versteinerungen, worunter man nur selten deutliche Exemplare von *Myophoria fallax* Seeb., *Naticella costata* Mstr. und *Gervillia* sp. findet.

Die Kalksteine, welche über den Werfener Schichten lagern und die hohen Gebirge rund um Jablanica aufbauen, gehören hauptsächlich der Trias, theilweise aber auch dem Jura an. Die Bokševica planina nördlich und die Rečica östlich von Jablanica bestehen nur aus tieferen Triaskalken. Je weiter gegen Südwesten, desto mehr entfalten sich auch die obere Triaskalkgruppe und Jurakalke.

Von besonderem Interesse sind die diluvialen Conglomeratbildungen, welche allerdings im Narentathal auch schon oberhalb der Ramamündung an drei Stellen angetroffen werden, aber bei Jablanica zum erstenmale zu mächtiger Entwicklung gelangen. Sie füllen die ganze Thalweitung der Narenta aus und ziehen sich im Doljankathale bis über Zlate hinauf. Ihre petrographische Zusammensetzung ist sehr bezeichnend, denn die Hauptmasse ihrer Gerölle besteht aus den Gabbrogesteinen des Eruptivstockes von Jablanica mit solchen Beimengungen, die im Wassergebiete theils des Doljankabaches, theils der Rama anstehen; dazu gesellen sich ferner Kalkgerölle und Schieferbrocken, also durchwegs aus der Umgebung stammende Gesteine. Was noch sonst hinzukommt, wie die vereinzelten Gerölle von Quarzporphyr, Jaspis, Hämatit u. dergl., stammt aus dem südöstlichen Theil der Vratnica planina, wahrscheinlich aus dem Vitreušagebiete. Dass der Grosstheil der Gerölle nicht von weither zugefrachtet wurde, beweist auch, abgesehen von der Gesteinsbeschaffenheit, der Umfang der Blöcke, welche beispielsweise im Doljankathale von Jeličići abwärts nicht selten bis über 1 *m* Durchmesser erreichen.

Die Conglomerate bilden zwei ausgesprochene Terrassen (Abb. 54), die sich ausser durch ihre Lage auch insofern von einander unterscheiden, als in der höheren grobes Gabbrogerölle, in den tieferen minder grobes Kalkgerölle vorherrscht,

wobei aber sonst die allgemeine Zusammensetzung in beiden gleich ist. Die Conglomerate der tieferen Terrasse sind auch deutlicher gebankt und ärmer an kalksinterigem und sandigem Bindemittel als jene der Hochterrasse, welche letzteren auch mehr zerrüttet und zersetzt zu sein pflegen. Beachtenswerth ist auch, dass die Bankung der Conglomerate der tieferen Terrasse stets horizontal ist, jene der höheren Terrasse im Doljankathale und bei Lug aber eine flache Faltung andeutet.



Abb. 54. Diluviale Nagelfluhterrassen bei Jablanica an der Narenta. U untere, O obere Terrasse. — Der Berg rechts: Werfener Schichten; die Berge im Hintergrunde: vorzugsweise Gabbro.

Die Kalkconglomerate enthalten bankweise hohle Gerölle und besitzen dann eine ziemliche Aehnlichkeit mit den Conglomeraten von Gornji-Vakuf. (Vergl. S. 208.)

Bei Jablanica liegen die diluvialen Conglomerate (Nagelfluh) auf Werfener Schichten, oberhalb Zlate und bei Čehari auch auf Gabbro. An der Ausmündung des Doljankathales, am Wege zum Kastanienwäldchen und bei Lug kommen die Werfener Schiefer darunter hervor, an der Doljanka in 10

bis 15 *m* hohen Lehnen, so dass um so viel der jetzige Thalboden tiefer liegt als zur Zeit der Ablagerung der Geröllmassen der Conglomerate. Der Bahnhof und das Hôtel in Jablanica, sowie die unteren Wiesen und Felder von Lug liegen auf der jüngeren tieferen, die Kaserne auf der älteren höheren Terrasse (Abb. 13 auf S. 56). Im Doljankathal ist von Jeličići aufwärts noch eine dritte Terrasse entwickelt, die jedoch anscheinend dem Stau des Križfelsens ihre Entstehung verdankt und mit der höheren Terrasse von Jablanica gleich alt sein dürfte. Wenigstens stimmt sie mit derselben petrographisch völlig überein. Die Andeutungen einer Zerlegung der tieferen

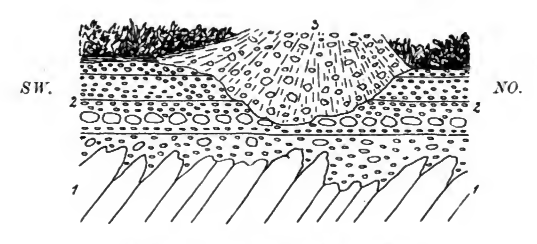


Abb. 55. Profil bei Gornja Grabovica.

1 Triasdolomit. 2 Diluviale Nagelfluh. 3 Alluvialer, theilweise verconglomerirter Schotter.

Terrasse unterhalb Jablanica sind lediglich durch ungleiche pendelnde Erosion bewirkt.

Nachdem A. Bittner als Erster auf die Schotterterrassen des Narentathales bei Jablanica hingewiesen hatte[1]), erwähnte ihrer J. Cvijić[2]) in seinen vortrefflichen morphologischen und glacialen Studien aus Bosnien-Hercegovina, und A. Penck[3])

[1]) Grundlinien etc., pag. 261. — Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanst., 38. Bd., 1888, pag. 341.

[2]) ГЛАС српске Академије, LVII, 1899. — Abhandl. der k. k. Geograph. Gesellsch., Wien, II. Bd., 1900, Nr. 6, pag. 46.

[3]) Globus, 78. Bd., 1900, pag. 177.

brachte sie mit der einstigen Vergletscherung des Landes in Zusammenhang, indem er auf die Möglichkeit hinwies, dass es fluvioglaciale Gebilde zweier verschiedener Vergletscherungen sein könnten. Hierin dürfte der Meister der Gletscherforschung wohl Recht haben, zumal sich in anderen Gebieten positive Anzeichen einer zweimaligen Vergletscherung Bosniens und der Hercegovina ergeben haben. (Vergl. S. 54.) Allerdings besteht kein unmittelbarer Zusammenhang der Jablanicaer Accumulations-Terrassen mit ehemaligen Gletschern, sondern nur ein indirecter, der etwa darin beruht, dass die ältere höhere Terrasse ihre Entstehung der wilden Transportirungs- und Aufschüttungsthätigkeit der namentlich von den nächstgelegenen Gletschern der Čvrstnica und Vran planina kommenden Sturzbäche verdankt, worauf eine mit dem Rückzug der Vereisung zusammenhängende Periode starker Erosion folgte, welche im alten Schotter die breite Rinne schuf, in der später die tiefere Terrasse abgelagert wurde. Die Verconglomerirung der Schotter durch Sinterausscheidung ist jungen Datums und wird auch gegenwärtig durch kalkreiche Sickerwässer fortwährend vollzogen.

Aehnliche Nagelfluhterrassen, wie sie in der beckenartigen Thalausweitung von Jablanica entwickelt sind, treten an der Narenta auch weiter abwärts wiederholt auf und gehören zu den charakteristischesten Erscheinungen der cañonartigen Thalschlucht des Flusses. Man trifft sie zunächst bei Jablanica dônja, wo sie auf der rechten Seite im Gehänge hoch hinaufreichen, sodann bei der Eisenbahnstation Grabovica, ferner bei Dônja-Grabovica und Čopi, unterhalb der Eisenbahnstation Drežnica und von Zarožje thalabwärts bis Mostar immer häufiger, ja von Mačkovac ab im verbreiterten Thale völlig im Zusammenhang. Sehr oft kommt das Grundgebirge darunter hervor, und die Conglomerate haben sich darauf nur in einzelnen Fetzen und Lappen erhalten, deren oft schuttkegelartige Form wohl zuweilen auf ihr von Quellen herstammendes Travertinbindemittel zurückzuführen sein dürfte. Sie sind unschwer zu unterscheiden von dem jüngeren Gehängeschotter, der wirkliche



Abb. 56. Narentadéfilé südlich von Jablanica.

Im Thaltiefsten des Vordergrundes diluviale Nagelfluh: die felsigen Berge des Mittel- und Hintergrundes: hauptsächlich Triasdolomit.

Schuttkegel meist am Ausgehenden jetziger Terrainfurchen bildet (Abb. 55) und demzufolge nur aus Schottermassen von in der nächsten Umgebung anstehenden Gesteinen — in diesem Falle also von Kalken und Dolomiten — besteht, während die diluviale Nagelfluh stets und überall einen gewissen Antheil von Geröllen der Eruptivgesteine des Rama- und Doljankagebietes aufweist.

Manche dieser Verhältnisse lassen sich während der Bahnfahrt von Jablanica nach Mostar vom Coupéfenster aus beobachten.

Die Bahn zieht beständig im engen Durchbruchsthal der Narenta hin, welches als landschaftliche Sehenswürdigkeit der Hercegovina gilt. Die oft beängstigend enge an einander herantretenden himmelhohen kahlen Felswände, zwischen welchen sich der grüne Fluss schäumend hindurchzwängt, werden durchwegs aus Kalk- und Dolomitschichten aufgebaut, die theils der Trias, theils dem Jura angehören. Die Lagerung ist sehr gestört, zusammengefaltet und von Verwerfungen durchsetzt, wie z. B. bei Dônja-Grabovica, bei der Station Dreżnica, beim Han Pocelje u. s. w. Um Grabovica, d. h. in der Thalstrecke, in welcher die Plateaux der Mala Čvrstnica von Westen und des Glogovo von Osten am engsten zusammenrücken, herrschen Dolomite, flussaufwärts und abwärts Kalksteine vor. Erst bei der Station Vojno treten die Thallehnen auseinander, und eine breite Ebene begleitet von da ab die Narenta bis Mostar.

Mostar.

Die Hauptstadt der Hercegovina liegt am Knoten zwischen zwei Ausweitungen des Narentathales: einer nördlichen, kleineren, in welcher der Fluss unterhalb Raštani ein Knie macht, indem er aus der ostwestlichen in die nordsüdliche Richtung umbiegt, und einer südlichen, viel umfangreicheren, dem Mostarsko polje, welches sich 10 *km* weit bis Blagaj und Buna ausdehnt und von der Narenta von Norden nach Süden durchströmt wird. Die Lage im Engpass zwischen diesen beiden Thalweitungen bestimmt die Entfaltungsfähigkeit der Stadt. Im Norden und im Süden hat sie überreichlich Raum zur freien Ausdehnung; die Einengung im mittleren Abschnitt ertheilt ihr aber eine langgestreckte Gestalt und zwingt sie hier, an den Hängen hinaufzusteigen. Indessen ist es gerade dieser Umstand des Anschmiegens der von grünen Gärten umgebenen Häusergruppen an die kahlen Felslehnen der hohen Berge, welcher das Bild von Mostar so reizend macht.

Da der kurze Aufenthalt in der hercegovinischen Hauptstadt ausgedehnte Excursionen im weiteren Umkreis vorweg ausschliesst, wollen wir auch nur die geologischen Verhältnisse der unmittelbaren Umgebung etwas näher betrachten.

Die Gebirge rund um die Stadt gehören vorzugsweise dem Eocän an, welches hier eine beiweitem grössere Verbreitung besitzt, als bisher angenommen wurde. Nur untergeordnet oder in weiterer Entfernung von Mostar betheiligen sich am Aufbau des Gebirges auch Kreide- und Triasschichten. Das niedrige fruchtbare Hügelland westlich von

der Stadt wird vom oligocänen Binnenlandtertiär eingenommen, das auch den Untergrund der diluvialen Ablagerungen bildet, welche den Thalboden ausebnen und mehr weniger hoch an den Gehängen hinansteigen.

Die Altersbestimmung der Kalke, aus welchen die Berge rund um Mostar aufgebaut sind, bietet trotz der Unverdecktheit, welche ihre Untersuchung so sehr zu erleichtern scheint, grosse Schwierigkeiten, sobald die Schichten nicht wenigstens Spuren von Fossilien enthalten. Dieselbe Erfahrung findet man in der Hercegovina hundertmal wieder bestätigt: die ausgedehnten offenen Entblössungen helfen der Kartirung wenig, wenn die Schichten nicht an sich paläontologisch charakterisirt sind oder ihr Alter aus zusammenhängenden Profilen abgeleitet werden kann; denn die petrographische Beschaffenheit gewisser Bänke bietet nur in seltenen Fällen einen Anhalt zur stratigraphischen Fixirung des Complexes, welchem sie angehören. Die Hauptschwierigkeit beruht in der Undeutlichkeit der Formationsgrenzen, sobald Kalke auf Kalken oder Dolomite auf Dolomiten zu liegen kommen.

So z. B. werden die Dolomite bei Lastva unweit von Trebinje von G. v. Bukowski in ihrem unteren Theil als Trias-Hauptdolomit, im oberen als der Kreide angehörig betrachtet, aber beide können nur willkürlich von einander geschieden werden. Von Mostar gibt A. Bittner[1]) an, zwischen dem Polje und Blato in Kalksteinen Auswitterungen von Rudisten gesehen zu haben, woraufhin er die ganze Umgebung der Stadt als Kreide kartirte, da er offenbar das Hindurchziehen einer Formationsgrenze durch die gleichartigen Kalkmassen für nicht wahrscheinlich hielt. Und doch ist dies ein Irrthum, da die Kalkberge westlich von Mostar nicht der Kreide, sondern dem Eocän angehören, welches stellenweise reich an Fossilien ist. Es wird dies nur deshalb bemerkt, weil das Umgekehrte auch nicht ausgeschlossen ist, nämlich, dass sich infolge der Störungen, welche die Umgebung von Mostar

---

[1]) Grundlinien etc., pag. 234.

durchsetzen, in dem gegenwärtig als Eocän kartirten Gebiete beschränkte Aufbrüche von Kreidekalken verbergen könnten. In zusammenhängender Entfaltung tritt die Kreide allerdings erst in der Umrandung des Mostarsko blato auf, sowie anderseits nordöstlich von Mostar in den Ausläufern des hohen Veležgebirges, wo sie in der Ruište und Pločna planina transgredirend unmittelbar auf der Trias von Zeljuše u. s. w. zu lagern scheint.

Das Eocän der engeren Umgebung von Mostar besteht zum allergrössten Theil aus dichten, seltener feinkörnigen Kalksteinen von gelblichweisser oder grauweisser Farbe, die gewöhnlich deutlich geschichtet sind. Stellenweise völlig fossilienfrei, enthalten sie anderwärts zum Theil sehr reichlich Nummuliten und Alveolinen, wodurch ihr Alter gesichert ist. Aus solchen nummulitenreichen Kalken besteht z. B. der Berg Hum südwestlich bei der Stadt, sowie das sich an ihn westlich anschliessende Kobilovačaplateau, dann der Orlovac, die Zelenkovača und der Mikuljačaberg. Im Gebirge östlich von der Stadt sind die schönsten Nummulitenkalke (zum Theile mit grossen Alveolinen) auf Svetigora und im Begovište bei Dobrć entwickelt. Um Kličanji führen die dortigen plattigen weissen Kalke nebst Nummuliten auch Operculinen, weiter südlich bei Gnojnica kleine Alveolinen. Die Hauptmasse der übrigen, mit diesen im Verbande stehenden Kalke enthält aber Nummuliten nur stellenweise etwas reichlicher, wie z. B. in den Gehängen der Planinice ober Vihovići oder nur vereinzelt wie die Kalkfelsen, aus welchen die Radoboljequelle hervorbricht, welche Mostar mit Wasser versorgt. Oestlich von der Quelle bei Humine führen die dichten gelbgrauen Kalke neben Nummuliten auch Milioliden.

Bemerkenswerth sind die inmitten der eocänen Kalke auftretenden Mergel, mergeligen Sandsteine und Conglomerate. Diese letzteren scheinen nur unregelmässige lenticuläre Einlagerungen, also locale Unterbrechungen des Kalkschlammabsatzes durch die Zufuhr grobklastischen Materiales vorzustellen, während die Mergel anscheinend eine mehr anhaltende

Facies repräsentiren. Diese Vorkommen sind wichtig, weil sie vielleicht zum Ausgang einer näheren Gliederung des Mostarer Eocän werden dienen können, welche heute noch nicht möglich ist. Nur soviel ist sicher, dass wesentlich Mitteleocän vorliegt.

Im engeren Gebiete von Mostar sind die Conglomerate nur wenig verbreitet. Ein solches Vorkommen wird von den Strassenserpentinen im Prevorac auf der Westseite des Hum (südwestlich von Mostar) verquert. Diese zwischen Nummulitenkalke eingeschalteten, ziemlich grobkörnigen Kalkconglomerate werden von graublauen Mergeln begleitet, die flach nach Südwesten einfallen.

Petrographisch etwas anders geartete, aber auch kalkige Conglomerate treten in der Terrainsenke von Dobrć nordöstlich von Mostar in beschränktem Umfange auf. Sie sind kleinkörnig bis sandsteinartig, und bestehen aus Kalk-, sowie Grünstein- und Jaspisbrocken. Einzelne Assilinen kommen darin vor. Unmittelbar beim Dorfe stossen sie mit Nummulitenkalken an einer Verwerfung zusammen, welche bewirkt, dass sie nach Südosten einfallen, während das Verflächen der Kalke nach Südwesten gerichtet ist. Gegen Osten entwickeln sich aus ihnen mergelige Sandsteine und sandige Mergel, die voll von Nummuliten — hauptsächlich *Num. laevigatus* Lam. und *Num. atacicus* Leym. — sind und von ebenfalls sehr nummulitenreichen Kalken anscheinend regelmässig überlagert werden. Diese letzteren bilden die steilen Gehänge der oberen Thalenge im Riede Golubinka und setzen von dort über Begovište ostwärts fort. In der Nähe der alten Gräber am oberen Ende des Begov dol kommen darin massenhaft nebst Nummuliten auch Assilinen vor.

Das ganze Thalbecken von Dobrć, welches wie eine grüne Oase zwischen die kahlen Kalkmassen des Jesenak im Norden und des Svetigora im Süden eingesenkt ist, wird von den sandigen Mergeln eingenommen, die gegenüber den auflagernden Nummulitenkalken wasserstauend wirken, weshalb hier auch einige Quellen zu Tage treten und noch im Hochsommer, wenn rundum längst Alles in fürchterlicher Dürre lechzt, ein kleines

Bächlein sich am Thalboden durch Wiesengründe hinschlängelt. Bei anhaltender Trockne versiegt aber auch dieses oder löst sich in einzelne Tümpel auf, und die Dorfbewohner sind auf Cisternen angewiesen.

Die Mergel von Dobré haben ausser den angeführten Nummuliten und unbestimmbaren Abdrücken von *Natica* sp. und *Cerithium* sp. bis jetzt keine Versteinerungen geliefert. Dagegen sind Mergel, welche westlich von Mostar am Abfall von der Zelenkovaća gegen das Radoboljethal entwickelt sind und vom alten Wege sowohl als von der neuen Strasse nach Široki brijeg (zwischen dem 5. und 6. Kilometer) überquert werden, reich an leider zumeist verdrückten Fossilien. Die steil nach Nordosten einfallenden Mergel sind theils thonig, theils ziemlich sandig, frisch von graublauer, verwittert von gelber oder bräunlicher Farbe, dünnschichtig bis schieferig und besitzen eine offene Mächtigkeit von nur wenigen Metern. Auch das streichende Anhalten ist nicht bedeutend, was beides damit zusammenhängt, dass sich an einer Störung weisse, feinzuckerkörnige Nummulitenkalke über sie hinwegschieben. Ob diese Mergel mit jenen, welche annähernd in der Fortsetzung ihrer Streichungsrichtung in der Nähe von Miljkovići südwestlich von Mostar in einem Faltenkern der dortigen Nummulitenkalke aufbrechen, in Verbindung gebracht werden können, ist vorläufig noch nicht entschieden.

Die häufigsten Versteinerungen in den Mergeln unter der Zelenkovaća sind:

Miliola sp.
Rhabdophyllia fallax Opph.
Madrepora herzegovinensis Opph.
Madr. cf. *tergestina* Opph.
Lucina sp.
Cytherea sp.
Cardita sp.
Cardium cf. *dabricense* Opph.
Modiola cf. *corrugata* Brong.
Natica incompleta Zittel
Terebellum sp.
Dentalium (Entalis) sp.
Bryozoen
Pflanzenspreu [1]).

[1]) Von Podvelež, einem ausserhalb des hier berücksichtigten Gebietes gelegenen Fundorte, hat Th. Fuchs (Annalen des Hofmuseums, V, 1890, Not. pag. 88) die folgenden, sämmtlich mit Schale erhaltenen, aus einem

Westlich von Mostar lehnen sich an die eocänen Kalkberge oligocäne Binnenlandbildungen an, welche das Hügelland von Bakžim, Ilić, Cim und Vihovići einnehmen, — ein sehr fruchtbares Terrain, auf dem besonders Wein so ausgezeichnet gedeiht, dass die dortigen Bewohner behaupten, der Cimwein sei der beste im Lande.

Den Nährboden dieses Weines liefern Mergel, welche das Hauptgestein des Mostarer Binnenlandoligocän sind, dessen Lagerung überaus gestört ist. (Vergl. Abb. 57.) Am nördlichen und südlichen Rande fallen die Schichten nach Südost, beziehungsweise Nordost vom eocänen Grundgebirge ab; im Westen, bei Cim, fallen sie ihm jedoch theilweise zu oder stossen daran ab, da ihr Verflächen entweder nach Norden oder nach Süd-

Kamen. Cim. Radoboljethal. Hum.

NW. SO.

Abb. 57. Schematisches Profil durch den südlichen Theil der Mostarer Tertiärablagerung.

1 Eocän. 2, 3, 4 Binnenlandoligocän: 2 Conglomerat, 3 Mergel, 4 Braunkohle. 5 Pliocäne? Conglomerate und Sandsteine. 6 Diluvium und Alluvium.

westen gerichtet ist. Wiederholte Stauchungen und Abgleitungen compliciren die Lagerungsverhältnisse noch weiter. Abgesehen von diesen letzteren, mehr untergeordneten Störungen, welche aber in Bezug auf die Kohlenführung und die Wasserverhältnisse der Ablagerung von Bedeutung sind, durchsetzt das Gebiet ein Hauptbruch, welcher von den Abstürzen des Kamenfelsens

---

lichtgelben Kalkstein stammenden Eocänfossilien bestimmt: *Cerithium* sp. cf. *globosum* Desh., *Cer.* sp. cf. *tuberculosum* Lam., *Cer.* sp. nov., *Cer. tricarinatum* Lam., *Cer. calcaratum* Brong. (*mutabile* Lam.), *Natica* cf. *depressa* Desh., *Trochus* sp. nov., *Delphinula* sp. nov., *Neritina Schmideliana* Chem. (*conoidea* Lam.), *Pileopsis cornu-copiae* Lam., *Cardium* sp. sp., *Arca* sp., *Trochocyathus*? div. sp., *Isastraea*? sp., *Stylophora* sp.

nach Südosten streicht und die Ablagerung in zwei vollständig verschieden gebaute Theile zerlegt. Ferner scheint es, dass die Mostarer Ebene im Osten gegenüber dem Abfall des Podvelež-plateau ebenfalls von einer Abgleitungsfläche begrenzt wird. Auf diese bedeutenden Störungen, an welchen die Schollenbewegungen noch nicht zur Ruhe gelangt sein dürften, sind wohl die häufigen Erdbeben der Mostarer Gegend zurückzuführen.

Die Gliederung der oligocänen Schichten ist die folgende:

Zu unterst liegen, wie es scheint, zähe Kalkconglomerate, die jedoch nur an einer Stelle, nämlich oberhalb Zahumlje am Aufstieg zum Prevorac, entwickelt sind. Sie fallen in derselben Richtung (nach 20^h) vom Nummulitenkalk ab wie die höheren Mergel, jedoch wesentlich steiler als diese, und da sie petrographisch gewissen oben erwähnten Conglomerateinschaltungen des Eocän gleichen, ist ihre Zugehörigkeit zum Binnenlandoligocän vorläufig nicht ganz sicher.

Darüber folgt eine sehr mächtige Schichtenreihe von Mergeln ziemlich verschiedener Beschaffenheit. Die tiefsten Bänke, namentlich in unmittelbarer Anlagerung an das Kalkgrundgebirge, pflegen sinterkalkartig gebändert, hellgelb, plattig, zäh, klingend und splittrig zu sein, wie zwischen Cim und der Radoboljequelle, oder auch etwas sandig und muschlig brechend, wie beim oberen Ilić. Sie sind im Ganzen arm an Fossilien. Die ersteren führen am häufigsten eine kleine *Melanopsis* (cf. *Mel. Klerići* Brus.), die letzteren *Melanopsis arcuata* Brus., *Fossarulus* cf. *tricarinatus* Brus., *Bulimus* sp. u. a.

Die höheren Schichten bestehen vorwiegend aus muschlig brechenden, gleichmässig dichten, hellgrauen, gelblich oder weiss verwitternden Kalkmergeln, die in den tieferen Lagen theilweise ziemlich thonig und dabei sehr grob gebankt zu sein pflegen, wie z. B. beim unteren Ilić, wo einzelne Bänke des dort allgemein zu Steinmetz- und Bauzwecken verwendeten Gesteines bis 2 *m* Mächtigkeit erreichen; in den oberen Lagen sind sie zumeist dünnbankig bis plattig, zuweilen cementmergelartig, aber theilweise auch ziemlich mürbe. Sie sind im Gebiete

von Vihovići, Cim und Zahumlje am meisten verbreitet. Ueberall werden sie von zahlreichen Klüften durchsetzt, und namentlich in den Faltenkernen sind sie oft ganz zerpresst. Stellenweise führen sie reichlich Pflanzenreste, die jedoch wegen der schlechten Spaltbarkeit des Gesteines schwierig zu gewinnen sind. H. Engelhardt bestimmte die folgenden Arten:

Pinus ornata Stbg. sp.	*Laurus primigenia* Ung.
Glyptostrobus europaeus Brongn. sp.	*L. swoszowiciana* Ung.
Cupressites Richteri Engh.	*Vaccinium acheronticum* Ung.
Casuarina sotzkiana Ung.	*Andromeda protogaea* Ung.
Myrica hakeaefolia Ung. sp.	*Sterculia cinnamomea* Ett.
Quercus furcinervis Rossm. sp.	*Banisteria häringiana* Ett.
Querc. myrtilloides Heer	*Myrtus bosniaca* Engh.
Liquidambar europaeum Al. Br.	*Eucalyptus oceanica* Ung.

Anscheinend einem hohen Horizont dieser Schichten gehören sandige graue, bituminöse Mergel an, welche in der Bukamoviće glavica am Ausgang des Radoboljethales in einigen Steinbrüchen zu Bauzwecken gewonnen werden. Sie sind gut geschichtet und in grösseren Platten und Werksteinen gewinnbar. Lagenweise enthalten sie reichlich zerpresste Fossilien, namentlich eine *Melanopsis* mit stark verlängertem canalartigem Mündungsausguss und von Pflanzenresten besonders spitze Samen (*Carpolithes* nov. sp.). Von der Glavica streichen sie nach Nordosten fort und sind im Hohlweg ober Bakžim, sowie in den Einrissen des Plužineriedes noch mehrmals offen. Bei Bakžim enthalten sie auch *Carpolithes valvatus* Engh., wodurch sie sich an die flötzführende Schichtengruppe von Zenica anschliessen. Mit der bekannten Kohlenführung der Mostarer Ablagerung stehen sie indessen kaum in unmittelbarem Zusammenhang, weil in den spärlichen bezüglichen Aufschlüssen die von tegelartigen Letten begleitete und von mergeligen Zwischenmitteln durchschossene Kohlenflötzreihe den hellgrauen Kalkmergeln eingeschaltet ist. Ueber den Verband der seinerzeit beschürften Kohlenvorkommen — nämlich des sogenannten Hauptflötzes in der Ebene nördlich von Mostar und eines Lignitflötzes bei Cim westlich von der Stadt — mit dem Nebengestein liegen Nachrichten bedauerlicherweise nicht vor. Die Literatur verzeichnet ohne Berück-

sichtigung der allgemeinen geologischen Verhältnisse lediglich die innere Gliederung und die Mächtigkeit der Kohlenflötze. Darnach wäre das als Hangendflötz bezeichnete, rund 1·5 *m* mächtige Lignitflötz von zwei Zwischenmitteln durchsetzt gewesen, während der Hauptflötzzug im liegenden Theil ein mächtiges Flötz enthielt (3·31 *m* Kohle durchschossen von sieben Zwischenmitteln mit zusammen 57 *cm* Stärke), über welchem in geringen Abständen noch drei (23, 117 und 50 *cm* mächtige) Flötze folgten.

Im Riede Skakala im Narenta-Umbug nördlich von Mostar steht am rechten Ufer unmittelbar am Flusse die Kohle mit etwa 2 *m* offener Mächtigkeit am Tage an. Es ist eine etwas

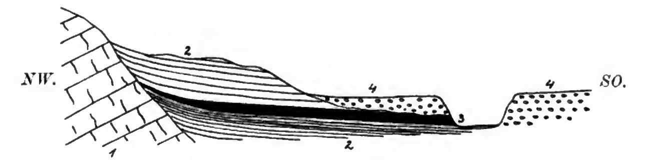


Abb. 58. Profil durch den nördlichen Theil der Mostarer Tertiärablagerung. 1 Eocänkalk. 2 Mergel, 3 Kohleführende Schichtengruppe des Binnenland-oligocän. 4 Diluviale Conglomerate (Nagelfluh).

schieferige Braunkohle von schwarzer Farbe, lebhaftem Glanz und muschligem Bruch. Sie fällt unter mässigem Winkel nach Südost ein und wird theilweise unmittelbar von diluvialer Nagelfluh transgredirend bedeckt. (Vergl. Abb. 58.)

Nördlich bei Ċim am Aufstieg zu den Hadrovićhäusern werden die sandigen Mergel mit kleinen Melanopsiden und verkohlter Pflanzenspreu, die gleich oberhalb des Dorfes anstehen, discordant von wenig festem, grobbankigem, breccienartigem Kalkconglomerat überlagert, welches von sandigen Lagen durchschossen wird, aus welchen man dort Sand für Bauzwecke gewinnt. Diese mürben Gesteine sind von sehr jugendlichem Aussehen und schmiegen sich schuttsaumartig an das eocäne Kalkgrundgebirge an, so dass man sie für

quartär halten könnte, wenn sie nicht mit ziemlich beträchtlichen Neigungswinkeln nicht etwa vom Kalkgebirge ab, sondern infolge der dort durchgehenden Störung gegen dasselbe nach 23^h einfallen würden (Abb. 57). Sie stimmen diesbezüglich mit dem sie unterlagernden Oligocän überein und dürfen daher wohl dem Tertiär zugezählt werden; aber freilich sind sie wesentlich jünger als die oligocänen Mergel und könnten, nach dem Gesteinshabitus zu urtheilen, möglicherweise dem Pliocän angehören. Fossilien wurden darin jedoch bis nun leider nicht gefunden.

Petrographisch ähnliche Gesteine treten in viel grösserer Verbreitung entlang des Ostrandes der Mostarer Ebene auf. Sie lehnen sich hier an die kahlen Gehänge der Kalkberge an und reichen theilweise sehr hoch hinauf. Es sind ebenfalls lockere oder durch ein kalkiges Bindemittel verfestigte Sandsteine und breccienartige Conglomerate, deren Bänke ziemlich parallel mit den Böschungsflächen nach Südwesten gegen die Ebene einfallen. Da sie von Mostar nach Südosten entlang der Kalkumwallung des Mostarsko blato gegen Blagaj weiterziehen, wäre es nicht unmöglich, dass sie in Zusammenhang mit den mürben Conglomeraten und groben Sandsteinen zu bringen sind, welche im Polje zum grossen Theil die flachen Hügel zwischen Grkule und Ortiješ nördlich von Buna aufbauen. Diese Gesteine mit reichlichem thonigem Bindemittel schliessen sich an milde, ausgezeichnet geschichtete, in grossen Monolithen gewinnbare, poröse, gelblichweisse Mergel an mit *Valencienesia* n. sp., *Congeria* cf. *dalmatica* Brus. u. s. w., welche ein für viele Zwecke sehr gut geeignetes, leicht bearbeitbares Steinmetzmaterial und einen vortrefflichen Baustein liefern. Das gegenseitige Altersverhältniss aller dieser Schichten ist zur Zeit noch eine offene Frage.

Aber nicht alle die schuttkegelartigen, fein- und grobkörnigen, losen und locker verfestigten Accumulate, welche den Absturz des Podveležplateau begleiten, können eventuell dem Tertiär angehören. Es gilt dies nur von der liegenden Partie, also namentlich jenen Ablagerungen, welche in Mostar

selbst theils verbaut, theils bepflanzt und sehr mangelhaft entblösst sind, im Polje aber von Opine und dem Kulaberg aufwärts im Švabinski und Osim dol hoch hinaufziehen und hier wie weiter südöstlich bei der landesärarischen Obst- und Weinbaustation und bei Gnojnica ausgedehnte Weingärten tragen. Die sich theilweise darüber hinweg ausbreitenden, offensichtlich an Wasserrinnen angeschmiegten Schuttkegel sind sicher jungquartärnär oder recent. Stellenweise sind auch diese Schuttmassen durch Kalksinter verfestigt, wodurch sie ein ähnliches petrographisches Gepräge erhalten wie die fraglichen jungtertiären Conglomerate, die dann bei unzulänglichen Aufschlüssen nicht leicht von ihnen getrennt werden können.

Den Boden des Mostarer Narentabeckens nehmen diluviale Conglomerate ein, welche lediglich die Fortsetzung der gleichen Gebilde von Jablanica und der Thalstrecke von dort abwärts vorstellen. Sie ebnen jedoch nicht nur die Thalweitung nördlich von Mostar aus, sondern auch das ganze südliche Mostarsko polje und begleiten überhaupt die untere Narenta. An der Oberfläche zerfallen sie zu losem Schotter, und auch in tieferen Lagen kommen in ihnen einzelne, bloss schwach verfestigte Geröllschichten vor. Meistens sind die Accumulate jedoch durch ein kalksinteriges Bindemittel zu zähen festen Conglomeraten verbacken.

Die Hauptmasse ihrer Gerölle, welche selten Kopfgrösse erreichen, liefern bankweise einmal Kalke, einmal Eruptivgesteine, jedoch derart, dass letztere auch in den Kalkconglomeraten stets einen beträchtlichen Antheil ausmachen. Sie entstammen vorzugsweise dem Gabbrostock von Jablanica, in geringerer Menge den Diabasporphyriten des Wassergebietes der Narenta, sowie den Quarzporphyren der Vratnica planina. Desgleichen entstammt ein Theil der Kalkgerölle den Vorbergen dieses letzteren Gebirges, von woher die Zufrachtung durch die Rama und Neretvica besorgt wurde. Dafür zeugen auch die einzelnen Jaspis- und Eisenerzgeschiebe, sowie die aus der Bitovnja planina stammenden Gerölle rothen und grünen

Grödener Sandsteines. In den überwiegend kalkigen Bänken kommen nicht gerade selten hohle Gerölle vor.

Die unregelmässig gebankten Conglomerate breiten sich bei horizontaler Lagerung transgredirend über die Schichtenköpfe des unterlagernden gestörten und unregelmässig abradirten Oligocän aus. In Skakala, wo der nach Westen geschwungene Bogen der Narenta dem offenen Tertiärgebirge am nächsten kommt, bedecken sie, wie oben schon angeführt wurde, theilweise unmittelbar das dort ausbeissende Kohlenflötz, weiter westlich hellgraue Mergel. (Vergl. Abb. 58.) Es scheint die einzige Stelle zu sein, wo die Erosion des Flusses sich durch die Aufschüttungen wieder bis zum Boden des diluvialen Sees durchgearbeitet hat; sonst aber hat sich die Narenta anscheinend noch nirgends wieder bis zur ursprünglichen Beckentiefe eingefurcht, trotzdem sie beträchtlich (bis circa 12 *m*) tief in die Nagelfluh eingesenkt ist, welche ihre steilen, horizontal gebankten Uferwände aufbaut und beiderseits in flachen Erosionsterrassen gegen die Ränder der Ebene ansteigt. Entlang der Bahn und des Flusses liegen die Conglomerate vielfach in sterilen Flächen offen, weil die Hochwasser die Erdkrume fortspülen und auf der nackten Nagelfluh eine Vegetationsdecke nicht aufkommen kann. Auch der Grosstheil von Mostar steht auf dem diluvialen Conglomerat (Abb. 59) und sowohl die berühmte alte (irrig den Römern zugeschriebene) Brücke als die neue Franz Josefs-Brücke beim Hôtel Narenta stützen sich beiderseits auf die hohen Nagelfluhufer des Flusses.

Von alluvialen Bildungen der Umgebung von Mostar seien schliesslich noch die recenten Schotter der Narenta und das Kalktuffvorkommen in der Nähe der Radoboljequelle erwähnt.

Wie schon oben bemerkt wurde, dürfte es bei der Kürze des Aufenthaltes in Mostar kaum möglich sein, eine grössere Excursion in die Umgebung unternehmen zu können. Nach Zeit und Thunlichkeit wird jedoch beabsichtigt, auf der Strasse nach Široki brijeg bis zu den Zelenkovaćagehängen zu gehen,

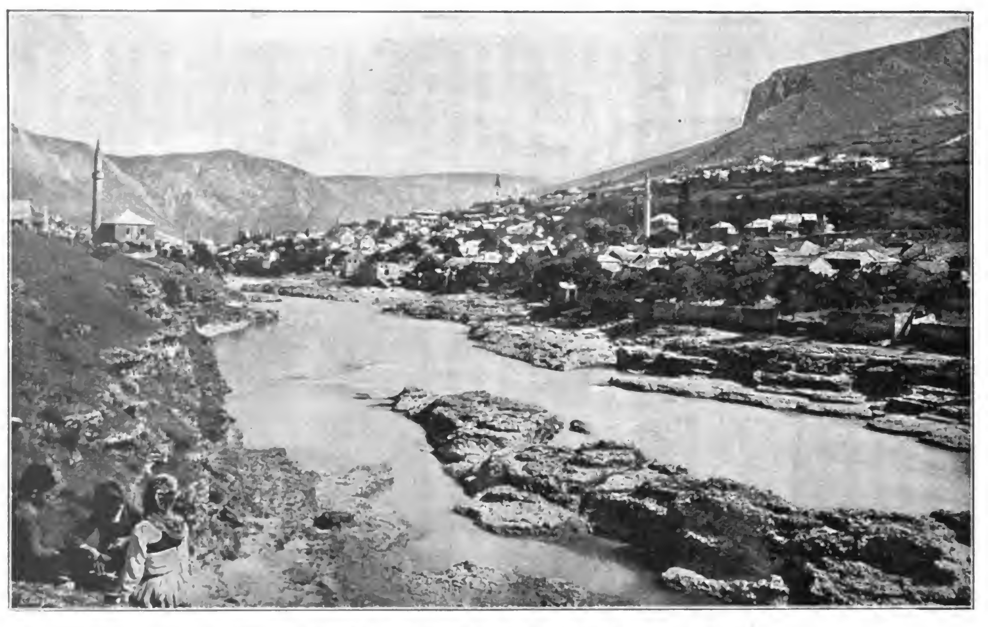


Abb. 59. Diluviale Nagelfluhbänke im Bette der Narenta in Mostar.

Die Berge im Hintergrunde: theils Eocän-, theils Kreidekalke.

wobei sich Gelegenheit bieten wird, das Binnenlandoligocän der Bukamoviće glavica und von Zahumlje, sowie dessen discordante Auflagerung auf den Eocänkalken zu besichtigen und in den im Nummulitenkalk der Zelenkovaća eingelagerten sandigen Mergel mitteleocäne Fossilien zu sammeln. Dann kann zum Ilić in das Radoboljethal hinabgestiegen und, wenn möglich, das stark zusammengefaltete Oligocän von Bakžim bis Vihovići überquert werden, um die Excursion entlang des ebenen Bodens des Narentathales ziemlich genau an der Grenze zwischen tertiären Mergeln und diluvialen Conglomeraten noch bis Skakala fortzusetzen, wo die Bedeckung der dort im Narentaeinschnitt zu Tage kommenden, nach Südost einfallenden Oligocänschichten und des darin ausbeissenden Kohlenflötzes durch die schwebend lagernde Nagelfluh zu sehen ist. Die Rückkehr nach Mostar würde entlang des in die Nagelfluh eingefurchten Flusses erfolgen.

Die ganze Excursion, welche geeignet ist, einen Ueberblick der geologischen und landschaftlichen Verhältnisse der nächsten Umgebung von Mostar zu ermöglichen, kann, einbezüglich eines angemessenen Aufenthaltes auf den Fossilienfundplätzen, in sechs Stunden absolvirt werden.

Das Popovo polje.

Von Mostar führt uns die Eisenbahn um den vorspringenden Eocänkalkpfeiler des Humberges herum in das (südliche) Mostarsko polje und dann durch das sich bei Blagaj wieder verengende Thal der Narenta ständig zwischen Kreide- und Eocänkalkgehängen bis Čapljina. Entlang des Flusses sieht man immer wieder die Nagelfluhbänke auftauchen, aber zugleich die aus ihrer Zerrüttung hervorgegangenen Geröll- und Schottermassen sich mehr und mehr ausbreiten. Kurz jenseits der Station Blagaj bewirkt die Nagelfluh Verzweigungen des Flusses, sowie an der Bunamündung Cascaden, welche besonders bei niederem Wasserstand einen schönen Anblick gewähren. Die zumeist vortrefflich geschichteten Kalksteine zeigen im Querprofil von Blagaj bis Čapljina mehrfache Falten, namentlich bei Žitomišljić und Dretelj. Sie gehören theils dem Eocän, theils der Kreide an.

Bei Čapljina, einem wichtigen Centrum der berühmten hercegovinischen Tabakindustrie, weitet sich das Narentathal zu einer breiten Schotter- und Sandebene aus, in welcher sich der Trebežatfluss von rechts und die Bregava und Krupa von links mit der Narenta vereinigen. Gegenüber der Krupamündung öffnet sich am rechten Ufer der Narenta die sumpfige Glibušaebene, deren Grosstheil sich jenseits der hercegovinischen Grenze in Dalmatien ausbreitet. Am Knoten zwischen dem Krupa- und Glibušafelde liegt auf einem nach Süden vorgeschobenen Kalkrücken der Ort Gabela, wo die Gravosabahn von der Linie Mostar—Metković abzweigt.

Die Krupa entspringt in den Sümpfen Deransko und Svitavsko blato östlich von Gabela, welche theilweise das Popovo polje, theilweise das Ljubinjsko polje, d. i. die blinden Thäler der Trebinjčica und des Bukovčakbaches, unterirdisch entwässern. Sobald der ziemlich breite Fluss übersetzt ist, beginnt sich die Bahn im Südgehänge des Svitavsko blato bei Dračevo in die Höhe zu winden.

Die Kalke der südlichen Umrandung des Blato gehören fast zur Gänze dem Eocän an, welches in gleichartiger kalkiger Ausbildung von hier bis Ljubinje fortstreicht. Es ist in Kreidekalke eingefaltet, welche darunter entlang der Krupaebene jedoch nur in einem unterbrochenen schmalen Streifen zu Tage kommen, während sie im höheren Plateau südlich vom Svitavsko blato mächtiger entwickelt sind. Zwischen den Stationen Dubravica und Hrasno wird die ganze, hier allerdings sehr verengte Einsackung des Eocän von der Bahn durchschnitten, und in den prachtvollen Aufschlüssen entlang des Geleises kann das Verhältniss der Eocänschichten zu den Kreidekalken und die Beschaffenheit beider sehr gut studirt werden.

Die Station und das Dörfchen Dubravica liegen auf einem in das Blato etwas vorgeschobenen Ausläufer des Kolojanplateau, welcher durch die tiefen Thäler von Sjekoše und Bara von der übrigen Umrandung des Blato abgetrennt erscheint. Dieser sockelartige Vorsprung nun besteht aus Kreidekalken, so zwar, dass die Grenze zwischen Kreide und Eocän genau durch die Station Dubravica hindurchgeht und das Knie des Bahnstranges unmittelbar vor der Station noch im Kreidekalk liegt, während die ganze sonstige Umgebung dem Eocän angehört. Insbesondere die drei Tunnels vor und die fünf kurzen Tunnels knapp jenseits Dubravica durchörtern Eocänschichten.

Ganz analog sind die Verhältnisse bei der 6 *km* entfernten nächsten Station Hrasno. Dort liegt die Station selbst und die Bahnstrecke bis zum Knie beim *km* 189·3 auf Kreidekalken. An dieser Stelle ist die Kreide über das Eocän über-

schoben. Die unregelmässige, gewundene Ueberschiebungsfläche fällt im Allgemeinen steil nach Nord-Nordwest ein, die Eocänschichten jedoch ebenso wie die Kreidekalke nach Nordosten. Da bei Dubravica das Einfallen ein entgegengesetztes, nämlich südwestliches ist, bildet das Eocän zwischen den beiden genannten Bahnstationen eine schmale Falte, welche von der Bahnstrecke in schräger Richtung der ganzen Breite nach durchzogen wird. Der Faltenkern liegt zwischen den Bahnkilometern 187 und 188. Die nordwestliche Fortsetzung der Falte zieht zwischen Doljane und Metković durch. (Vergl. Abb. 60.)

Bei Dubravica liegen auf den gelblichweissen gebankten, besonders in den Steinbrüchen beim *km* 183·4 gut auf-

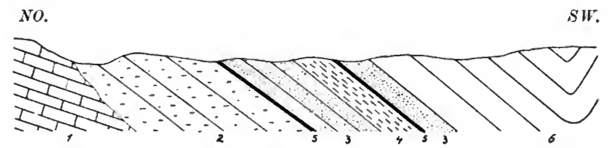


Abb. 60. Profil durch den Nordflügel der Eocäneinfaltung bei Dubravica. 1 Kreidekalk. 2—6 Eocän, und zwar 2 Miliolidenkalk, 3 gelber Alveolinenkalk, 4 graugrüner Alveolinenkalk, 5 hochbituminöse mergelige Lagen, 6 lichter Nummulitenkalk.

geschlossenen Kreidekalken mit zahlreichen Auswitterungen von Sphäruliten und Radioliten ohne auffällige Discordanz gelbe Miliolidenkalke. Darüber folgen hellgraue Mergelkalke mit zahlreichen Milioliden und einzelnen grossen Alveolinen und nesterweise mit leider zumeist zerpressten Mollusken mit verkalkten Schalen, von welchen erkennbar sind:

Natica Vulcani Brongn. (übereinstimmend mit Exemplaren von Dabrica).
Natica cf. *incompleta* Zitt.
Cerithium sp.
Cyrene sp.

Nach oben nehmen die Alveolinen an Reichlichkeit sehr zu, und es entwickelt sich ein ziemlich mächtiger Schichten-

complex von mergeligen, theils grüngrauen, schwarzgefleckten, theils hellgelben oder in beiden Färbungen schlierigen Alveolinenkalken, in welchen grosse Alveolinen (Formenreihe der *Al. melo* d'Orb.) durchaus vorherrschen.

Die hangendste Partie der Eocänschichten nehmen gelblichweisse, dichte, dünnschichtige oder plattige, klingende, zum Theil etwas körnelige Kalke mit vereinzelten kleinen, anscheinend reticulirten Nummuliten ein. Alle Schichten sind mit einander durch Uebergänge verknüpft und dürften nach abwärts unter das Mitteleocän nicht wesentlich herabreichen [1]).

Dieselbe Schichtenreihe wiederholt sich in absteigender Reihenfolge bis Hrasno, nur dass hier infolge der Ueberschiebung die grauen mergeligen Alveolinenkalke auch unmittelbar, z. B. beim Kilometer 189·3, mit den Kreidekalken zusammenstossen. Eine Strecke weiter, beim *km* 189, kommen darunter jedoch mit steilem, fast kopfständigem Einfallen auch die hell gelblichweissen liegenden Miliolidenkalke hervor. Das vorherrschende charakteristische Schichtenglied, nämlich der Mergelkalk mit den grossen ellipsoidischen Alveolinen, ist auf beiden Flügeln vollständig identisch entwickelt.

In den Eocänschichten zwischen Gabela und Hrasno setzen an zahlreichen Stellen bituminöse, asphaltische, kalkig-thonige Lagen auf, durchwegs jedoch zu geringhältig und zu wenig

---

[1]) Die Herren C. de Stefani und A. Martelli haben erst neuestens (Atti della reale Accad. dei Lincei, Roma 1902, Rendiconti Cl. nat. XI, p. 112) über das Eocän von Metković-Krupa eine Mittheilung veröffentlicht, nach welcher darin alle Stufen des Unter- und Mitteleocän, vom Paläocän (Tanetien) bis zur oberen Grenze des Lutetien, zu unterscheiden sein sollen. Zu dieser Auffassung wäre zu bemerken, dass bezüglich der ausnahmslosen Zuzählung der Alveolinengesteine zum Untereocän (Tanetien bis einschliesslich Ypressien) schon von Stache (Liburnische Stufe, Abhandl. d. geol. Reichsanstalt XIII, 1889, pag. 60) hervorgehoben wurde, dass von „allen Rhizopodensippen die Gattung *Alveolina* am wenigsten zur Fixirung bestimmter Horizonte geeignet ist“ und dass von P. Oppenheim erst neuestens wieder betont wurde, dass Alveolinen nichts weniger als auf das untere Eocän beschränkt sind.

mächtig, als um abbauwürdig zu sein. Man sieht ihre Ausbisse beim zweiten Tunnel 3 *km* vor Dubravica im Einschnitt sowohl beim Eingang als beim Ausgang, ferner beim Tunnel unmittelbar vor Dubravica, sowie namentlich zwischen den Bahnkilometern 186 und 188 in der Mitte zwischen Dubravica und Hrasno. Diese bituminösen, schwarzen, kohleähnlichen Einschaltungen sind von gestreckt lenticulärer Form und variiren in der Mächtigkeit von 10 bis etwa 25 *cm.* (Vergl. Abb. 60.) Einige sind durchsetzt von Lagen zerpresster Zweischaler.

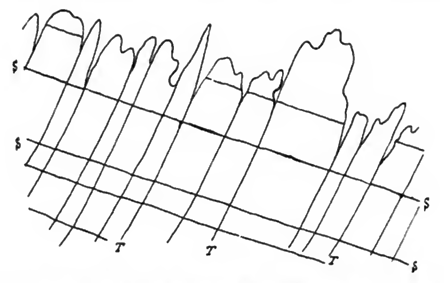


Abb. 61. Karrenbildung im Kreidekalk bei Hrasno am Popovo polje. Profil: *S* Schichtflächen, *T* Transversale Klüfte.

Die Kreidekalke bei Hrasno sind zum Theil körnig, sonst dicht, gelblich oder rosa gefärbt, voll Auswitterungen von Radioliten und Sphäruliten, hie und da auch anderer Mollusken. Sie sind gewöhnlich unregelmässiger geschichtet und mehr grobbankig (mittlere Mächtigkeit der Bänke $^1/_2$ bis 1 *m*) als die Eocänschichten. Sehr oft werden sie von transversalen Klüften durchsetzt, welche die Hauptveranlassung zur Verkarrung der Oberfläche sind, weil an ihnen die Verwitterung und Abspülung ansetzt, wie es die Abb. 61 veranschaulicht, welche die Erscheinung wiedergibt, wie sie sich zwischen den *km* 191 und 192 darstellt. Ebenso deutlich ist die Erscheinung übrigens an zahllosen anderen Stellen im Bereiche der Bahnstrecke Gabela—Gravosa, insbesondere in der

Umgebung von Poljice. Am stärksten ist die Verkarrung auf Erosionsstaffeln, auf welche das von den Gehängen abstürzende Niederschlagswasser am mächtigsten aufprallt. Es sind Musterbelege dafür, dass die Karrenbildung an den Klüften des Gesteines beginnt und wesentlich durch die erodirende Thätigkeit des Regens und der Schneeschmelzwässer bewirkt wird.

Von Hrasno an bleibt die Bahn fortab im Bereiche der Kreidekalke, welche mit ausserordentlicher Regelmässigkeit nach Nordosten ($2-4^h$) einfallen unter Winkeln, die zwischen 25° und 60° variiren, meist aber unter 45° bleiben. Untergeordnete Stauchungen und Verwerfungen von geringer Sprunghöhe kommen zwar vor, verursachen jedoch keine Aenderung der allgemeinen Lagerung. Nicht ohne Interesse ist das gelegentliche Auftreten von Schmitzchen lignitischer Braunkohle in den Kreidekalken (z. B. zwischen *km* 225 und 226 bei Ravno), weil es die Möglichkeit der Einschwemmung von Holzstämmen von einem, nicht allzuweit entfernt gewesenen, baumtragenden Festland in das Kreidemeer beweist.

Bei der Station Hutovo, in deren Nähe sich die Ruine der Hadžibegova kula (Abb. 62) befindet[1]), erreicht die Bahn das Popovo polje, eine jener trogartigen Terrainaustiefungen, welche eine der charakteristischesten Eigenheiten der bosnisch-hercegovinischen Karstlandschaft darstellen. Stundenlang fährt man an dieser Senke hin, deren Boden wohlbebaute Felder bedecken, durch welche sich der ausgetrocknete Trebinjčicalauf wie ein helles Sandband hindurchschlängelt (Abb. 63). Im Winter ist die Landschaft gänzlich verändert: an Stelle des trockenen Beckens breitet sich ein von hohen Ufern eingeschlossener See aus, auf dessen rauschender Wasserfläche Segelboote ihre Furchen ziehen.

Das eigentliche Popovo polje ist das nordwestliche Ende einer mehr als 50 *km* langen Terraindepression, welche sich ziem-

---

[1]) Der Hauptheil der Feste ist keine 100 Jahre alt, nur der mittlere Thurm soll alten Ursprunges sein. Zur völligen Ruine ist die Burg erst 1876 geworden. (Vergl. C. Hörmann: Die Kula des Hadži-Beg in Hutovo, Wiss. Mittheil. aus Bosn.-Herceg., II. Bd., 1894, pag. 301).

lich parallel zur adriatischen Küste von Hutovo im Nordwesten bis Čičevo bei Trebinje im Südosten erstreckt. In dieser Terrain-

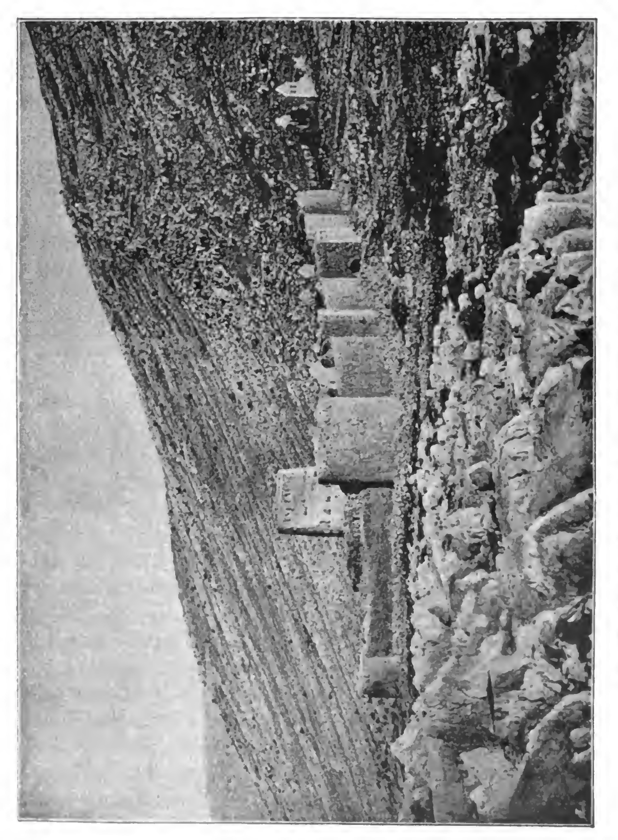


Abb. 62. Das Kreidegebirge bei der Hadžibegova kula nächst Hutovo.

austiefung, deren Breite zwischen 1 und 8 *km* schwankt, ist eine Dreitheilung sofort in die Augen springend. Das mässig

grosse südöstliche und das langgestreckte nordwestliche Ende liegen tiefer als der breite mittlere Theil, welcher infolge dessen auch trocken bleibt, während die beiden ersteren überschwemmt sind.

Alle drei Abschnitte des Beckens werden der ganzen Länge nach von der Trebinjčica durchzogen, welche bei Bilek nördlich von Trebinje gleich als mächtiger Bach aus den Kalkfelsen hervorbricht und im Popovo polje blind endet. Es stellt sich daher die Terrainaustiefung von Trebinje bis gegen Hutovo als oberirdisches Thalstück eines unterirdisch beginnenden und unterirdisch endenden typischen Karstflusses dar.

Das ganze Polje ist in Kreidekalke eingesenkt, deren abradirte Schichtenköpfe von Südost nach Nordwest quer über den Boden des Beckens ziehen und von den Rändern desselben zumeist unter einem spitzen Winkel getroffen werden. Völlig offen sind die Kreideschichten jedoch nur im mittleren, Lug und Šuma genannten, höheren Theile des Polje, welcher eine von zahllosen Dolinen zerwühlte Karstfläche darstellt, die zum grössten Theil von Gebüsch und schütterem Wald bestockt ist und nur auf beschränkten Parzellen auch bebaut werden kann. Gerade diese eignen sich aber ganz vorzüglich zum Tabakbau, und der hiesige Tabak (šumski duhan) geniesst in der Hercegovina einen besonders guten Ruf.

Die tiefer liegenden beiden Endabschnitte des Polje: das Čičevo polje bei Trebinje im Südosten und das eigentliche Popovo polje im Nordwesten werden durch alluviale Ablagerungen ausgeebnet und gehören zu den fruchtbarsten Theilen der Hercegovina.

Die Fruchtbarkeit wird wesentlich bedingt durch die jährlichen, meist vom October bis in den Mai andauernden Inundationen, welche im Čičevo und Popovo polje dieselbe Rolle spielen wie die Ueberschwemmungen des Nil in Egypten: sie vertiefen und erneuern die Erdkrume durch Zufuhr feinsandiger und thoniger Sedimente und düngen das Alluvialland durch organische Niederschläge. Die Ursache der Inundation ist das Missverhältniss zwischen Abfluss und Zufluss des

Wassers in das Polje. Die Entwässerung — abgesehen von der Verdunstung — geschieht nämlich im Čičevo polje theilweise, im Popovo polje ausschliesslich unterirdisch durch Schluckschlünde (Ponore), deren es an den Rändern und an der Sohle des Poljebeckens eine grosse Anzahl gibt. Im Popovo polje sind alle Ponore, welche sich von Orašje abwärts, also gegen Hutovo zu, befinden, ausschliesslich als Schlucklöcher thätig, d. i. sie nehmen nur Wasser auf, geben aber keines ab. Hingegen sind die Ponore von Orašje aufwärts gegen Trebinje zwar zumeist ebenfalls Schluckschlünde, wirken aber zeitweilig auch als Speilöcher, d. i. sie schütten im Herbst Wasser in das Polje aus, wozu dann noch die ganze Wassermenge der Trebinjčica hinzukommt, die nach jedem ausgiebigen Regen und besonders zur Zeit der Schneeschmelze gewaltig anschwillt. Diese grossen Wassermassen vermögen die unterirdischen Ableitungscanäle nicht zu bewältigen, weshalb sich zunächst am unteren blinden Ende des Polje bei Hutovo das Wasser staut, dann höher und höher steigt und schliesslich das ganze Polje in einen stellenweise bis 40 *m* tiefen See verwandelt.

Bei der ebenen Beschaffenheit des Poljebodens kann eine viele Hunderte von Hektaren umfassende Ueberschwemmung binnen kürzester Zeit zustande kommen, was in Fällen, wo die Ernte noch nicht beendet ist, grosse wirthschaftliche Verluste zur Folge hat. So kommt es zuweilen im September vor, dass, wenn im montenegrinischen Grenzgebiet starke Regengüsse niedergehen, das ganze Polje bis Ravno herauf binnen vier Stunden überschwemmt wird. Sobald daher bemerkt wird, dass die Trebinjčica anzuschwellen beginnt, laufen die Bauern Kopf über Hals, um noch rasch einzubringen, was möglich ist. Allein was von der vielleicht erst halbreifen oder in Schobern stehenden Fechsung, oft im Wasser bis zum Gürtel watend, noch gerettet werden kann, ist zumeist nur ein geringer Bruchtheil dessen, was vernichtet und fortgeschwemmt wird. Dass im September noch viel Frucht auf den Feldern steht, erklärt sich daraus, dass die Aussaat oft erst im Juni, ja selbst im

Juli vorgenommen werden kann, trotzdem der Boden in der Regel schon drei bis vier Tage nach dem Rückzug des Wassers bebaut wird. Bleibt das Polje über den Juli hinaus unter Wasser, dann ist das Jahr für die Landwirthschaft verloren, und es soll nach der Erinnerung alter Leute auch schon vorgekommen sein, dass sieben Jahre lang im Popovo polje nicht gesät und geerntet werden konnte. Auch wird behauptet, dass



Abb. 63. Partie des Popovo polje im Sommer.
Am ebenen Poljeboden der gewundene Trebinjčicalauf und einige Ponore (Schluckschlünde). Im Vordergrund der Rand des Karrenfeldes der abradirten Kreidekalke, aus welchen auch die Berge im Hintergrund bestehen.

es keinen Monat im Jahre gibt, in welchem das Polje nicht schon unverhofft überschwemmt worden wäre.

Die Hauptschlünde, welche die Entwässerung des Popovo polje besorgen, sind die folgenden:

1. Die obere und die untere Strježeva auf der rechten Seite der Trebinjčicarinne bei Čavaš; sie stehen mit einem unterirdischen Höhlengang in Verbindung, welcher bei Svi-

tava in das dortige Blato (Sumpf östlich von Gabela) ausmündet.

2. Die Doljašnica, ebenfalls am rechten Ufer, ziemlich gegenüber von der Station Turkovići; auch sie leitet das Wasser durch unterirdische Canäle in das Svitavsko Blato ab, da Holzgegenstände, welche in sie hineingerathen, von der Sopotquelle am südlichen Rand des Blato wieder zu Tage gebracht werden.

3. Die Provalja am blinden Ende des Trebinjčicalaufes; ihr unterirdischer Höhlencanal mündet erwiesenermassen im Porto di Janska bei Banići in das Adriatische Meer.

4. Die Ponikva an der tiefsten Stelle des Poljebodens unweit von Hutovo, die ebenfalls mit dem Meer in unmittelbarer Verbindung steht.

Von diesen Schluckschlünden sind die wichtigsten die Provalja und Doljašnica.

Die erstere ist der Trichter, in welchem die Trebinjčica endet. Solange der Wasserstand des Flusses 0·5 *m* nicht übersteigt, vermag der Schlund die ganze Wassermenge aufzunehmen; sobald der Wasserstand jedoch höher wird, staut sich der Ueberschuss, soweit er nicht von der Ponikva aufgenommen werden kann, im Polje. Der Höhlengang, zu welchem die Provalja führt, ist im Hochsommer bis zu einer gewissen Tiefe befahrbar, und es ist dadurch bekannt geworden, dass der unregelmässige Canal in geringer Tiefe stark verengt ist, wodurch die Schluckfähigkeit dieses Saugschlundes sehr beeinträchtigt wird.

Die Doljašnica besitzt eine ganz gewaltige Schluckkraft, wie der Wirbel beweist, welcher sich im Popovosee über ihr bildet und welchem man sich im Kahn nicht auf 100 *m* annähern darf, ohne Gefahr zu laufen, hineingerissen zu werden. Da sich jedoch ihre Mündung gegen 8 *m* über dem Niveau des nächstgelegenen Abschnittes des Trebinjčicabettes befindet, gelangt ihre Ableitungsfähigkeit erst zur Geltung, wenn der untere Theil des Popovo polje schon fast bis Veljamedja überschwemmt ist. Durch die Verbindung der Doljašnica mit der Trebinjčica durch einen entsprechend tiefen Canal und

durch die Erweiterung des Höhlenganges der Provalja könnte viel zur Hintanhaltung der vorzeitigen jähen Ueberschwemmungen des Polje beigetragen werden.

Ausser diesen Hauptschlünden betheiligen sich auch zahlreiche kleinere Ponore an der Entwässerung des Popovo polje. An vielen dieser Schlucklöcher sind Mühlen angelegt, von welchen man aber in der Poljeebene nur die ringförmigen, kleinen Festungen nicht unähnlichen Schutzmauern sieht, während die Mühlen selbst mehrere Meter tief im Ponor angebracht sind, weil das von ihm aufgeschluckte Wasser eine genügende Fallhöhe haben muss, um die Steine treiben zu können. Die Mühlen sind mit massiven Steinplatten gedeckt, um während der Inundationszeit, wo das Wasser hoch über ihnen steht, vor Beschädigungen gesichert zu sein, was um so nothwendiger ist, als viele dieser sommerlichen Schlucklöcher im Herbst Speischlünde werden, aus welchen das Wasser mächtig hervorbricht. Diese abwechselnde Schluck- und Speithätigkeit eines und desselben Ponors erklärt sich leicht aus dem durch Höhlengänge vermittelten Zusammenhang mit höher gelegenen unterirdischen Wasserreservoirs.

Derartige unterirdische Wasserbehälter besitzen, wenn sie vom Tage zugänglich sind, für die Bewohner der Karstlandschaft Bedeutung, weil sie in der Sommerdürre gutes Trink- und Gebrauchswasser spenden. Solche Reservoirs, allerdings von mässigem Umfang, befinden sich insbesondere in der erwähnten Strježevahöhle und bei Zavala in der Vjetrenica- und in der Bitomišlehöhle.

Die Vjetrenica hat ihren Eingang im Nordgehänge des Gradacherges nahe beim Bahngeleise östlich von der Station Zavala so hoch über dem Polje, dass er auch zur Zeit der höchsten Inundation desselben vom Seespiegel niemals erreicht werden kann. Sie wird jedoch im Winter mit Sickerwasser theilweise angefüllt, welches darin auch über den Sommer in zwei kleinen Seen angesammelt bleibt.

Die Höhle ist eine bemerkenswerthe Ventarole, aus deren engem Eingangsthor im Sommer beständig ein sehr

kräftiger Wind ausströmt. Dieser starke Luftzug, welcher es unmöglich macht, mit einem offenen Licht in die Höhle einzudringen, wird offenbar durch den Temperaturunterschied und die Luftdruckdifferenz in und ausserhalb der Höhle erzeugt. Die Höhle zieht im Allgemeinen nach Südosten in den Berg hinein und soll eine Länge von mehr als 2 *km* besitzen, wurde jedoch bis nun erst auf 1400 *m* näher untersucht, worüber der Klosteriguman von Zavala Christ. Mihajlović eine interessante Mittheilung veröffentlicht hat [1]).

Sobald der kaum 1 *m* hohe und breite, etwa 4 *m* lange Eingang passirt ist, erweitert sich die Höhle beträchtlich, der starke kalte Luftzug hört auf, und man kann von da ab das Innere der Höhle auf eine ansehnliche Strecke ohne sonderliche Schwierigkeiten besichtigen. Die verschiedenen Theile der Höhle führen im Volksmunde verschiedene, meist recht zutreffende Bezeichnungen. Ein hallenartig erweiterter, etwa 50 *m* vom Eingang befindlicher Raum wird „Wegekreuzung" (raskrsnica) genannt, weil ausser dem Haupthöhlengang auch noch von Westen eine Höhlenabzweigung in ihn einmündet. Diese Abzweigung ist wegen der sonderbaren Geräusche, welche in ihr durch die in engen Spalten gegen Tage ausströmende Luft erzeugt werden, einer der interessantesten Theile der Ventarole.

Schon einige Schritte von ihrer Ausmündung entfernt hört man ein ähnliches Geräusch, wie es mahlende Mühlsteine verursachen, weshalb diese Stelle auch „die Mühlsteine" (žrvni) genannt wird. In einer nördlichen Ausbuchtung am Ende des etwa 40 Schritt langen Ganges bei der sogenannten „Mühle" (mlin) macht sich dasselbe Geräusch bemerkbar. Unweit davon in einer südlichen Auslenkung befindet sich die sogenannte „Trommel" (bubanj). Aus einer Höhlung in der Decke des Ganges ertönt nämlich beständig, bald stärker, bald schwächer ein Trommelwirbel, dessen Entstehung vielleicht dadurch er-

---

[1]) Wissenschaftl. Mittheil. aus Bosn. und der Herceg., I. Bd., 1893, pag. 349.

klärt werden kann, dass infolge des scharfen Luftzuges irgendwelche, in den Felsspalten befindliche Gegenstände fortwährend an einander schlagen. In Zavala herrscht der Aberglaube, dass wenn einmal die „Trommel“ nicht ertönen sollte, im nächsten Jahre ein blutiger Krieg ausbrechen werde.

In der Fortsetzung der Haupthöhle von der „Wegekreuzung“ nach Südosten liegt der sogenannte „kleine See“, welcher im Hochsommer auszutrocknen pflegt, und dahinter eine Stelle mit schönen Stalaktiten und Stalagmiten. Es folgt dann — in etwa 200 *m* Entfernung vom Eingang — eine grottenartige Erweiterung, inmitten welcher wie eine Kanzel eine 3 *m* hohe Steinsäule steht. Eine kurze Strecke dahinter liegt der zweite, sogenannte „grosse See“, welcher bei einer Längsausdehnung von etwa 100 *m* in der That einen recht imposanten Eindruck macht und genug Wasser enthält, um, da er niemals austrocknet, selbst in Zeiten der grössten Dürre die Bewohner der Umgebung mit Wasser zu versorgen.

Sollten es Zeit und Umstände zulassen, kann die Vjetrenicahöhle befahren werden. Wäre dies aber undurchführbar, dann bietet Zavala auch in sonstiger Beziehung genug des Besichtigungswerthen.

Schon die Umgebung der Höhle ist interessant. Beim Eingang sind in die Felswand im Halbrelief einige menschliche Figuren eingemeisselt; oberhalb des Einganges sieht man Reste alten Mauerwerkes und ähnliche Ruinen lagern auch unterhalb desselben, so dass sich das Höhlenthor in früheren Zeiten einmal inmitten einer Ansiedlung befand. Damals wohl war die Höhle selbst auch bewohnt, worauf mancherlei Anzeichen in der Halle bei der „Wegekreuzung“ hinweisen.

Der Bahnhof von Zavala steht genau am Ausgang eines Querthales, durch welches die Strasse nach Slano zum Adriatischen Meere führt. Etwa 30 *m* über dem Thalboden im selben Kalkberge, aber westlich von der Vjetrenica, liegt der Eingang in die vorhin erwähnte Bitomišlehöhle, von welcher es gar nicht ausgeschlossen ist, dass sie in irgend einer Verbindung mit der Vjetrenica steht. Sie ist immer mit reinem und kühlem

Wasser gefüllt, welches sich in der trockensten Jahreszeit auf 10 bis 15 *m* vom Eingang zurückzieht, zur Zeit der Herbstregen aber daraus als Bach hervorbricht, welcher dann eine Mühle treibt.

Auf der gegenüber befindlichen Nordflanke des Thales, an dessen Ausmündung in das Popovo polje, liegt am Abfall des Ostrogberges wie ein richtiges Felsennest malerisch das Dörfchen und orientalisch-orthodoxe Kloster Zavala. Die Schule und die neuen Nebengebäude des Klosters sind auf dem Felsenvorsprung etwas hinausgerückt; das ursprüngliche Klostergebäude klebt aber im wahren Sinne des Wortes am Felsen, und das alte Kirchlein ist sogar zum Theil in denselben hineingebaut (Abb. 64). Eine natürliche Felshöhle, die möglicherweise schon vordem Andachtszwecken gedient haben mag, wurde nämlich (angeblich im Jahre 1271) durch einen Anbau in ein geschlossenes Gotteshaus umgewandelt. Dasselbe dürfte in seiner Anlage seit seiner Gründung keine bemerkenswerthen Veränderungen erfahren haben, wohl aber ist es mehrmals mit Fresken ausgestattet worden, das letztemal, wie eine Inschrift über der Eingangsthür besagt, im Jahre 1619 p. Chr. Diese Fresken sind von schöner Ausführung, jedoch nicht streng byzantinischen Charakters. Von der Höhe des Klosters geniesst man eine prächtige Aussicht auf das Popovo polje und die kahlen Felsmassen, welche seinen grünen Boden umranden.

Die Kreidekalke, auf welchen Zavala liegt, verflächen wie im ganzen Popovo polje regelmässig nach Nordosten. Im Querthal gegen Slano tritt jedoch in der Nähe des Dorfes Česljari eine überraschende Aenderung dieser einfachen Lagerungsverhältnisse ein: die Schichten sind zusammengestaucht, kopfständig aufgepresst und überschoben. Diese mächtige, vom Slanothal durchschnittene Auffaltung scheint mit der Entstehung des Popovo polje im engsten Zusammenhang zu stehen. Es ist nämlich überaus wahrscheinlich, dass die Entwässerung des Popovo polje einstens obertägig durch das heute trockene Slano-Querthal nach der Adriasenke hin erfolgte, die



Abb. 64. Kirchlein und Kloster Zavala am Popovo polje.
Die Felslehne, in welche das Kirchlein eingebaut ist, und das Gelände ringsum bestehen aus Kreidekalken.

jedoch damals noch nicht die Ausdehnung besass wie heute. In der Bucht von Zavala kamen zwei Flüsse zusammen: der eine, grössere, auf dessen Seitenerosion die Abhobelung der Lug- und Sumaebene zurückzuführen ist, von Südosten, der zweite, kleinere von Nordwesten; durch das Zavalathal strömte der vereinigte Unterlauf. Die Tiefe dieses Thaleinschnittes, dessen Seitenlehnen mehrere Hundert Meter hoch sind, beweist, dass der Abfluss durch die Rinne lange Zeit andauerte, da er eine ganz gewaltige Erosionsarbeit zu verrichten vermochte.

Zur Erklärung des Vorganges dieser Thalbildung drängt sich die Antecedenztheorie der Entstehung von Durchgangsthälern gewissermassen von selbst auf. Man kann sich leicht vorstellen, dass der tektonische Thalriegel von Česljari während seiner Auffaltung durchsägt wurde. Solange die Durchschneidung mit der allmäligen Erhebung gleichen Schritt hielt oder sie überwog, blieb der Abfluss unbehindert und der Thalweg derselbe, nur dass er tiefer und tiefer in die sich auffaltende Schwelle einsank. Eine kräftige Bethätigung der Faltung machte diesem Zustand jedoch ein Ende: der Abfluss nach Westen wurde aufgehoben, und die beiden oberen Flussthäler vereinigten sich zu einem geschlossenen, langgedehnten Seetrog, welcher um so tiefer wurde, je höher die Stauschwelle sich erhob. Die Auffaltung des Riegels kann man sich aber natürlich nicht unabhängig von der Umgebung denken; sie ist vielmehr nur eine Theilerscheinung der allgemeinen Hebung des Landes, durch welche die Höhendifferenz zwischen dem Boden des neugebildeten Sees und dem Meeresniveau immer mehr vergrössert wurde. Der mit der zunehmenden Menge erhöhte Boden- und Seitendruck des Wassers förderte in dem von Hause aus sehr durchlässigen Kalkgebirge die Ausweitung einzelner Einsickerungsklüfte zu Canälen und schlauchartigen Hohlräumen, welche nun die unterirdische Entwässerung des Popovosees übernahmen. Durch Höhlenverbruch und Nachsackungen wurden schliesslich die heutigen Gefälleverhältnisse geschaffen.

Dieses ist die wahrscheinlichste Entstehung des Popovo polje, deren Zeit sich ebenfalls recht genau fixiren lässt, obwohl im Polje ausser theilweise verconglomerirten quartären Schuttkegeln keine sonstigen jungen Ablagerungen bekannt sind, welche diesbezüglich einen Aufschluss geben könnten. Aber gerade dies ist bezeichnend. Wir wissen, dass das bosnische Pliocän noch bis zur Kopfständigkeit der Schichten zusammengefaltet ist und dass somit die letzten grossen Krustenbewegungen in Bosnien und der Hercegovina am Ende des Pliocän, beziehungsweise zu Beginn des Diluviums stattfanden. (Vergl. S. 50.)

In diese Zeit fällt auch die Entstehung des Popovo polje. Es ist die Zeit der Ausbildung der nördlichen Adriasenke und des Beginnes der Hauptentfaltung des grossartigen Karstphänomens in der Hercegovina, welches somit in seinen sich heute noch so frisch und scharf ausprägenden Erscheinungen ganz wesentlich dem Diluvium angehört.

Zavala und das Popovo polje sind die letzten Stationen auf der Excursion quer durch Bosnien und die Hercegovina, wo einige Stunden verweilt wird. Die Karstlandschaft von da entlang des Popovo polje über Poljice, Jasenica und Hum wird von der Bahn rasch durcheilt. Die weissen bis gelbgrauen, splittrigen, wohlgebankten Kalke mit einzelnen Auswitterungen von Rudisten fallen beständig unter zumeist mässigen Winkeln nach Nordosten ($2-5^h$) ein. Die über ihre Köpfe hinwegziehenden, mit Dolinen besäten Abebnungsflächen sind namentlich bei Hum mit Buschwerk und Wald bedeckt. Am Fusse der Felslehnen, wo einige Erosionsrinnen zusammenlaufen, werden durch Schuttkegel gelinde Böschungen geschaffen, die zur Anlage der Ortschaften mit den kleinen Steinhäusern, schmalen Gärten und Feldern ausgenützt wurden. Dieses Bild bleibt immer gleich bis Uskoplje, wo die Excursion das bosnisch-hercegovinische Gebiet verlässt.

Mögen die Theilnehmer beim Abschied mit Befriedigung an die Tage des Aufenthaltes im Lande zurückdenken können, und mögen die etwa gewonnenen geologischen Anregungen sowohl als die Erinnerung an die wechselvollen Landschaftsbilder der Tour durch die waldreichen Berge Bosniens und das kahle Steinland der Hercegovina bei ihnen den Wunsch entstehen lassen, unser schönes Land recht bald wieder zu besuchen!



Register.

(Autoren- und Personennamen sind durchschossen. Von Ortsnamen wurden in das Register nur die wichtigsten aufgenommen. Die mit einem Sternchen (*) versehenen Seitenzahlen beziehen sich auf Abbildungen.)

C. Č.

D.

E.

F.

G.

H.

I.

J.

K.

L.

M.

N.

O.

P.

Q.

R.

S. Š.

T.

U.

V.

W.

Z. Ž.

Landesdruckerei in Sarajevo.

Notizblatt.

Notizblatt.

Notizblatt.

Notizblatt.



DATE DUE	BORROWER'S NAME

